

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-290705

(43)Date of publication of application : 07.11.1995

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

(21)Application number : 07-006845

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 20.01.1995

(72)Inventor : ONDA NOBUHIKO
KATO MASAYUKI
KOIKE SHUJI
KUAMI MICHITOKU
NAKAZAWA AKIRA
YAMAGISHI FUMIO
KASHIOKA JUNJI
SAKAI SHINO
TANIGUCHI OSAMU
SONEDA HIROMITSU
MIKAMI TOMOHISA
SUZUKI SHIGEHARU

(30)Priority

Priority number : 06 59872

Priority date : 03.03.1994

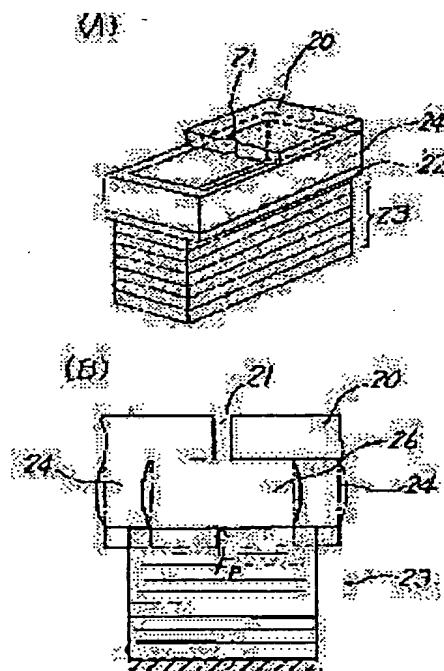
Priority country : JP

(54) INK JET HEAD

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the conversion efficiency of the generated force of a piezoelectric element to ink pushing-out force in an ink jet head ejecting the ink in a pressure chamber by pressure.

CONSTITUTION: In an ink jet head wherein pressure is applied to a pressure chamber having ink received therein to emit ink, a nozzle plate 20 having ink jet nozzles 21, the pressure plate 22 provided in parallel to the nozzle plate 20, a wall member 24 having elasticity and connecting the nozzle plate 20 and the pressure plate 22 to form a pressure chamber and the piezoelectric actuator 23 fixed to the pressure plate 22 and driving the pressure plate 22 so as to deform the wall member 24 are provided. An ink supply port is provided to the part having elasticity of the wall member 24.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

Fig. 1 (A) (B)

[Date of request for examination] 20.01.1995
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number] 2721127
[Date of registration] 21.11.1997
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the ink jet head which applies a pressure to the pressure room in which ink is held, and spouts said ink of said pressure interior of a room The nozzle plate which has a nozzle for spouting ink, and said nozzle plate and the pressure plate formed in parallel, The ink JIEKKU head characterized by having elasticity and having the wall material which connects said nozzle plate and said pressure plate, and forms said pressure room, and the electrostrictive actuator which drives said pressure plate so that it may be fixed to said pressure plate and said wall material may be made to transform.

[Claim 2] It is the ink jet head characterized by said wall material consisting of elastic members in the ink jet head of claim 1.

[Claim 3] Said wall material is the ink jet head of claim 1 characterized by having the structure which carried out the laminating of a member with rigidity high in the ink jet head of claim 1, and the rigid low elastic member.

[Claim 4] The ink jet head characterized by preparing the feed hopper for supplying ink to said pressure room at the high member of said rigidity in the ink jet head of claim 3.

[Claim 5] The ink jet head characterized by preparing the feed hopper for supplying ink to said pressure room at said elastic member in the ink jet head of claim 3.

[Claim 6] The ink jet head characterized by preparing the slit for preventing interference at the pressure room which adjoins said elastic member in claim 2 or the ink jet head of 3.

[Claim 7] It is the ink jet head characterized by being that by which the negative polarity drive of said electrostrictive actuator is carried out in the ink jet head of claim 1.

[Claim 8] The ink jet head to which said elastic member is characterized by Young's modulus consisting of a member of the range of 1×10^5 Pa - 1×10^9 Pa in claim 2 or the ink jet head of 3.

[Claim 9] The ink jet head characterized by hardening in the ink jet head of claim 2 after said elastic member prints liquefied elastic material to said nozzle plate.

[Claim 10] The ink jet head characterized by hardening in the ink jet head of claim 3 after said elastic member prints liquefied elastic material on the whole surface of the high member of said rigidity.

[Claim 11] The ink jet head characterized by said elastic member consisting of rigid low adhesives in claim 2 or the ink JITTO head of 3.

[Claim 12] The ink jet head to which said elastic member is characterized by consisting of bellows in claim 2 or the ink jet head of 3.

[Claim 13] The ink jet head to which said electrostrictive actuator is characterized by being prepared between said nozzle plates and said pressure plates in the ink jet head of claim 1.

[Claim 14] The ink jet head characterized by preparing further the common supporter for holding said pressure plate, and the rib which connects said pressure plate to said common supporter in the ink jet head of claim 1.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001] (Table of contents)

The technique of the Field of the Invention former (drawing 43 thru/or drawing 44)

Technical-problem The means for solving a technical problem which invention tends to solve (drawing 1)

Explanation of the operation (example a) ink jet head (drawing 2 thru/or drawing 16)

(b) Explanation of a multi-nozzle head (drawing 17 thru/or drawing 42)

(c) The explanation effect of the invention of other examples [0002]

[Industrial Application] This invention applies a pressure to the pressure room in which ink is held, and relates to the ink jet head which spouts ink.

[0003] Image formation equipments, such as a copying machine, a printer, and facsimile apparatus, are used briskly. With such equipment, since a configuration is simple, the ink jet printer is used. In this ink jet printer, ink is blown off from an ink jet head, and an image is formed on a record medium.

[0004] Also in this ink jet head, a pressure is impressed to the ink of the pressure interior of a room, and the thing which makes ink inject is used. In this type of thing, what has the good conversion efficiency to the ink injection to impressed pressure is desired.

[0005]

[Description of the Prior Art] The explanatory view of the 1st conventional technique, drawing 44 (A), and drawing 44 (B) of drawing 43 (A) and drawing 43 (B) are the explanatory views of the 2nd conventional technique.

[0006] As shown in drawing 43 (A), in the pressure room 2, ink is full. The nozzle plate 1 has the nozzle 6 for spouting ink. The diaphragm 3 is formed in parallel with a nozzle plate 1. The piezo-electric element (electrostrictive actuator) 4 for driving a diaphragm 3 is stuck on one side of this diaphragm 3. The electrode 5 of the pair for impressing an electrical potential difference to a piezo-electric element 4 is formed in the vertical side of this piezo-electric element 4.

[0007] Between this nozzle plate 1 and diaphragm 3, the wall material 8 which forms the pressure room 2 is formed. The wall material 8 consists of hard ingredients. And the feed hopper 7 which supplies ink is formed in the pressure room 2 at a part of wall material 8.

[0008] Actuation of this configuration is explained. As shown in drawing 43 (B), an electrical potential difference is impressed so that an electrode 5 may be made to contract a piezo-electric element 4. This contracts a piezo-electric element 4. However, the side connected to the diaphragm 3 of a piezo-electric element 4 cannot be contracted. For this reason, a difference is made to the amount of contraction on the top face and inferior surface of tongue of a piezo-electric element 4.

[0009] Thereby, a piezo-electric element 4 and a diaphragm 3 curve to the pressure room 2 side. By this curve, a pressure is applied to the pressure room 2. For this reason, the ink in the pressure room 2 is extruded, serves as the ink particle 9 and jumps out of a nozzle 6.

This approach is the d31 so-called mode in which a piezo-electric element 4 is made to expand and contract in parallel with a diaphragm 3. Similarly, there is also a thing in the d33

so-called mode which makes a piezo-electric element 4 expand and contract at right angles to a diaphragm 3.

[0010] Drawing 44 (A) is drawing showing other conventional examples (the July 9, Heisei 3 application and Japan patent application [Heisei 3] No. 511685 specification, international patent application number PCT JP 91/00916, International Patent Publication number WO 92/00849).

[0011] As shown in drawing 44 (A), the laminating of a hard member 8 and a hard elastic member 11 is carried out, and the wall material prepared between the nozzle plates 1 and diaphragms 3 which have a nozzle 6 is constituted. And as a driving means, the wire dot head 12 counters a diaphragm 3, and is prepared.

[0012] This actuation is explained. As shown in drawing 44 (B), a diaphragm 3 is pushed by the wire drive by the wire dot head 12. Thereby, a diaphragm 3 compresses an elastic member 11 and applies a pressure to the pressure room 2. thereby, it is a jump about the pressure room 2 to ink — it is a ***** thing.

[0013]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there was the following problem with the conventional technique.

[0014] ** The perimeter of a diaphragm 3 is being fixed to the wall of the pressure room 2 with the 1st conventional technique shown in drawing 43 (A). For this reason, a curve of a diaphragm 3 generates big stress into a connection part with the wall of the pressure room 2 of a diaphragm 3. Since the diaphragm 3 is vibrating by several kHz, it has a possibility that a lifting and its connection may fracture fatigue breaking with this stress.

[0015] ** With the 1st conventional technique shown in drawing 43 (A), the force which a piezo-electric element generates becomes the sum of the force which extrudes ink, and the force of incurvating a diaphragm 3. However, since the perimeter of a diaphragm 3 is being fixed to the wall of the pressure room 2, the big force is needed in order to incurvate a diaphragm 3. Consequently, the force which extrudes ink decreases. For this reason, the conversion efficiency to the knockout force of ink over the generating force of a piezo-electric element is bad.

[0016] ** When the generating force of a piezo-electric element is set constant, in order to make the curve of a diaphragm 3 into max, it is necessary to make it a piezo-electric element push the core of a diaphragm 3 with the 1st conventional technique shown in drawing 43 (A). That is, if the core of a diaphragm 3 is not pushed, the curve of a diaphragm 3 will become unsymmetrical to a core, and the force which extrudes ink will decrease. The size of a diaphragm 3 needs to suppress the assembly precision of a head to dozens of micrometers or less, in order to push the core, since it is about abbreviation 1mmx1mm. For this reason, an assembly is difficult.

[0017] ** With the 2nd conventional technique shown in drawing 44 (A), as shown in drawing 44 (B), even if the wire dot head 12 stops, residual vibration remains in a diaphragm 3. When the amplitude of this residual vibration is larger than a certain threshold, an ink particle is formed again. Thereby, it blows off from a nozzle and the satellite particle 10 is generated. Since the head is blowing off the ink particle, moving, if a satellite particle exists, a dot will be printed only for the number of satellite particles in the migration direction of a head. For this reason, degradation occurs in a quality of printed character, like that a character width becomes thick and a character fades.

[0018] ** With the 2nd conventional technique shown in drawing 44 (A), from the purpose of setting aside an ink head and a drive part, it dissociates a diaphragm 3 and the pressurization device of the wire dot head 12 have clearance. For this reason, a diaphragm 3 is driven to the direction of a nozzle, and hard flow, and ink is attracted in the pressure room 2, it drives in the direction of a nozzle after that, and the drive approach with the sufficient effectiveness which spouts ink, and the so-called negative polarity drive approach cannot be done.

[0019] Therefore, the purpose of this invention is to offer the ink jet head for making high conversion efficiency from the generating force to the ink extrusion force of a piezo-electric

element

[0020] Moreover, other purposes of this invention are to offer the ink jet head for making endurance of a head high.

[0021] Furthermore, another purpose of this invention is to offer the ink jet head for making the assembly of a head easy.

[0022] Furthermore, other purposes of this invention are to offer the ink jet head for preventing generating of a satellite particle.

[0023] Furthermore, another purpose of this invention is to offer the ink jet head for enabling a negative polarity drive.

[0024]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 (A) and drawing 1 (B) are the principle Figs. of this invention.

[0025] In the ink jet head which this invention applies a pressure to the pressure room 26 in which ink is held, and spouts said ink in said pressure room 26 The nozzle plate 20 which has the nozzle 21 for spouting ink, and said nozzle plate 20 and the pressure plate 22 formed in parallel, It has elasticity, and it is fixed to said pressure plate 22 with the wall material 24 which connects said nozzle plate 20 and said pressure plate 22, and forms said pressure room 26, and has the electrostrictive actuator 23 which drives said pressure plate 22 so that said wall material 24 may be made to transform.

[0026]

[Function] This invention constitutes the wall material 24 of the pressure room 26 from a spring material. And this wall material 24 is made to transform through a pressure plate 22 by the electrostrictive actuator 23 fixed to the pressure plate 22. Thereby, the volume in the pressure room 26 is changed and ink is extruded.

[0027] That is, the pressure plate 22 which cannot curve easily is used instead of a diaphragm. And drive a pressure plate 22 by the electrostrictive actuator 23, the wall material 24 is made to transform, and the volume in the pressure room 26 is changed. If it does in this way, since a diaphragm will not be used, fatigue breaking accompanying vibration can be prevented. Generating of a satellite particle can also be prevented with this.

[0028] Moreover, since a pressure plate 22 is extruded without incurvating a diaphragm, ink injection energy can be raised. And since the electrostrictive actuator 23 is fixed to a pressure plate 22, a negative polarity drive is possible and, thereby, ink can be injected efficiently.

[0029]

[Example]

(a) The explanatory view 2 of an ink jet head is the 1st example sectional view of the ink jet head of this invention.

[0030] As shown in drawing 2, the pressure plate 22 is formed in parallel with the nozzle plate 20 which has the nozzle 21 for ink jet. The pressure plate 22 consists of metaled sheet metal. The thickness of this pressure plate 22 is thickness not curving when an electrostrictive actuator 23 pushes a pressure plate 22. For example, metals, such as nickel with a Young's modulus of $2.2 \times 10^{11} \text{Pa}$ (Pa is a pascal and $\text{Pa} = \text{N/m}^2$), are used by about 20 micrometers in thickness.

[0031] Between the nozzle plate 20 and the pressure plate 22, the elastic member 24 which constitutes wall material is formed. This wall material 24 is formed in the perimeter of the pressure room 26, and forms the pressure room 26. As this elastic member 24, about $[1 \times 10^5 \text{Pa} - 1 \times 10^9 \text{Pa}]$ rubber or resin has desirable Young's modulus. In this example, Young's modulus uses $9.6 \times 10^5 \text{Pa}$ silicone rubber. Moreover, the height of this elastic member 24 is about 60 micrometers.

[0032] In this pressure plate 22, the piezo-electric element (electrostrictive actuator) 23 has fixed with adhesives. The electrode 25 is formed in the upper and lower sides of this piezo-electric element 23. A piezo-electric element 23 is the thing in the d33 mode. Therefore, it expands and contracts in the vertical direction of drawing by impression of the electrical potential difference to an electrode 25.

[0033] Moreover, as for the wall material 24, the slit 28 is formed between the wall material 24 of the next pressure room. This prevents interference between pressure rooms.

[0034] In this example, if an electrical potential difference is impressed to a piezo-electric element 23, a pressure plate 22 will push and contract the wall material 24 according to the generating force of a piezo-electric element 23. Consequently, the parallel displacement of the pressure plate 22 is carried out, and it extrudes the ink in the pressure room 26.

[0035] In addition, this example shows the example of a drive in the d33 mode. However, an electrode 25 is attached to the side face of right and left of a piezo-electric element 23, and the same effectiveness is acquired also in the d31 mode in which a piezo-electric element 23 is made to expand and contract in the vertical direction of drawing.

[0036] Moreover, increase of a variation rate or the generating force can be aimed at by making the unit which sandwiched the piezo electric crystal for the electrostrictive actuator with the electrode of a pair into the structure which carried out the laminating.

[0037] Thus, if constituted, since curve actuation of a diaphragm will not be used, fatigue breaking can be prevented. Since energy required for a curve can both be abbreviated to if fastidious, energy which a piezo-electric element 23 generates can be made into ink injection energy as it is. Moreover, since a diaphragm is not curved, positioning accuracy does not need to be high. Furthermore, since the piezo-electric element 23 has stuck to the pressure plate 22, there is no residual vibration and generating of a satellite particle can be prevented.

[0038] Drawing 3 is [the straight polarity drive actuation explanatory view, drawing 5 (A), or drawing 5 (F) of the 1st modification sectional view, drawing 4 (A), or drawing 4 (E) of an ink jet head of this invention] the negative polarity drive actuation explanatory view.

[0039] In drawing 3, the same notation has explained the same thing as what was explained by drawing 2. The spring material constitutes the wall material 24 whole from the example of drawing 2. The wall material 24 is made into the laminated structure of the rigid high wall 24-1 and an elastic member 24-2 in this modification. The rigid high wall 24-1 has a metal or Young's modulus suitable for resin 1×10^{10} Pa or more. Moreover, the height of the rigid high wall 24-1 is 50 micrometers, and the height of an elastic member 24-2 was set to 10 micrometers.

[0040] As an elastic member 24-2, Young's modulus uses the silicone rubber of 9.6×10^5 Pa in this example.

[0041] The laminated structure of a rigid high wall 24-1 and a rigid high elastic member 24-2 is created as follows. After forming the 1 acidity-or-alkalinity silicone rubber which has become liquid-like, or 2 acidity-or-alkalinity silicone rubber on the rigid high wall 24-1 by print processes, such as screen-stencil, and carrying out alignment of the pressure plate 22, it is made to harden at ordinary temperature or an elevated temperature (about 120 degrees C), and forms in plate-like part material.

[0042] In this example, the ink feed hopper 27 for supplying ink in the pressure room 26 is formed in the above-mentioned rigid high wall 24-1. Moreover, to the pressure plate 22, the piezo-electric element 23 has fixed with adhesives 30. The electrode 25 is formed in the upper and lower sides of this piezo-electric element 23. A piezo-electric element 23 is the thing in the d33 mode. Therefore, it expands and contracts in the vertical direction of drawing by impression of the electrical potential difference to an electrode 25.

[0043] This example constitutes only a height part required for deformation among the wall material 24 from an elastic member 24-2. This prevents the curve of the wall material 24. For this reason, the ink jet conversion efficiency of energy can be raised more from the energy of a piezo-electric element 23.

[0044] Drawing 4 (A) thru/or drawing 4 (E) explain the straight polarity driving method. This driving method impresses a straight polarity pulse as shown in a piezo-electric element 23 at drawing 4 (A), pushes a pressure plate 22 in the direction of a nozzle in an one direction, and injects ink.

[0045] Drawing 4 (B) is an initial state which is not impressing the electrical potential difference. Time-of-day $t=t_2$ When it sets and an electrical potential difference is impressed to a piezo-electric element 23, a pressure plate 22 pushes and draws in its elastic member 24-2.

24-2 according to the generating force of a piezo-electric element 23. As shown in drawing 4 (C) consequently, the meniscus which is an ink surface part is protruded out of a nozzle 21 with the variation rate of a pressure plate 22. As for the perimeter of overflowing ink, the pressure in ink declines rapidly for air.

[0046] Furthermore, if applied voltage is raised, further, the parallel displacement of the pressure plate 22 will be carried out, and the pressure in the pressure room 26 will rise. As shown in drawing 4 (D), the amount of ink from a nozzle 21 increases at this time.

[0047] If a piezo-electric element 23 stops as shown in drawing 4 (E), the variation rate of a pressure plate 22 will also be stopped rapidly. Although a flow of the ink in the pressure room 26 is also stopped, it dissociates soon and the ink which came out of the nozzle serves as an ink particle in order to move forward according to inertia.

[0048] Next, drawing 5 (A) thru/or drawing 5 (F) explain the negative polarity driving method. As shown in drawing 5 (A), this driving method drives a piezo-electric element 23 by the triangular wave in the negative direction. By this, drive a pressure plate 22 to the direction of a nozzle, and hard flow once, attract ink to the pressure interior of a room, it is made to return in the direction of a nozzle after that, and ink is injected.

[0049] Drawing 5 (B) is an initial state which is not impressing the electrical potential difference. As shown in drawing 5 (C), when an electrical potential difference is impressed to a piezo-electric element 23, a pressure plate 22 is displaced to a nozzle and hard flow according to the generating force of a piezo-electric element 23. A meniscus is drawn in a nozzle 21 with the variation rate of a pressure plate 22.

[0050] When applied voltage to a piezo-electric element 23 is made into zero, the piezo-electric element 23 returns to the original location. At this time, the pressure plate 22 also returns to the original location. As shown in drawing 5 (D), a meniscus also begins to move. And since the meniscus is shut up in the pipe-like nozzle 21, the pressure buildup of the pressure room 26 by the variation rate of a pressure plate 22 is transmitted to the head of a meniscus. In order that an above-mentioned pressure may act on the meniscus and ink which move in the inside of a nozzle 21 continuously, ink is accelerated until it arrives at nozzle 21 outlet.

[0051] Next, as shown in drawing 5 (E), ink has the momentum obtained within the nozzle 21, and jumps out of a nozzle 21. Since total of the momentum of the ink of the moment of coming out of a nozzle 21 becomes large, the rate of an ink column becomes larger than a straight polarity drive.

[0052] If a piezo-electric element 23 stops as shown in drawing 5 (F), the variation rate of a pressure plate 22 will also be stopped rapidly. A flow of the ink in the pressure room 26 is also stopped. However, it dissociates soon and the ink which came out of the nozzle serves as an ink particle in order to move forward according to inertia.

[0053] This straight polarity drive is compared with a negative polarity drive. The rate of an ink particle is a rate in v_1 and negative polarity about the rate in straight polarity v_2 It is $v_2 > v_1$ when it carries out. It becomes.

[0054] Next, it is referred to as volume V_{1A} to the meniscus and nozzle outlet within a nozzle in case a piezo-electric element 23 begins to push ink, and what converted the displacement volume of a piezo-electric element 23 into the nozzle part is set to V_{1P} .

[0055] The volume V_1 of an ink particle is set to $V_1 = V_{1P}$ by straight polarity drive. That is, since a meniscus is not drawn from a nozzle outlet, it is set to $V_{1A} = 0$. On the other hand, in a negative polarity drive, it is set to $V_1 = V_{1P} - V_{1A}$. Therefore, as for the volume of an ink particle, the direction of a negative polarity drive becomes small.

[0056] Kinetic-energy E which an ink particle has is $E = 0.5$ and $m \cdot v^2$. It is expressed. In a negative polarity drive, compared with a straight polarity drive, mass m becomes somewhat small, and since a rate v becomes quite large, kinetic-energy E as total becomes somewhat large. That is, the negative polarity of the conversion efficiency from the input energy to an electrostrictive actuator 23 to the kinetic energy of an ink particle will be better.

[0057] Furthermore, in a negative polarity drive, since ink is accelerated within a nozzle 21, the flight direction of an ink particle is stabilized rather than a straight polarity drive.

Therefore, in an ink jet, the negative polarity drive is more desirable than a straight polarity drive.

[0058] In this invention, a negative polarity drive is possible at this point. Of course, application of a straight polarity drive is not barred. In addition, although this example or the example of a drive in the d33 mode is shown, the same effectiveness is acquired also in the d31 mode.

[0059] Drawing 6 is the 2nd modification sectional view of the ink jet head of this invention.

[0060] In drawing 6, the same notation has shown the same thing as what was explained by drawing 3. In this modification, the pressure plate 22 is formed every pressure room 26. This has prevented a mutual interference of a pressure plate 22. Of course, corresponding to the pressure plate 22, the piezo-electric element 23 is formed separately.

[0061] Drawing 7 is the 3rd modification sectional view of the ink jet head of this invention.

[0062] In drawing 7, the same notation has shown the same thing as what was explained by drawing 3. In this modification, the pressure plate 22 is formed every pressure room 26. This has prevented a mutual interference of a pressure plate 22. Moreover, corresponding to the pressure plate 22, the piezo-electric element 23 is formed separately. Furthermore, the slit 29 is formed in the elastic member 24-2. This is dividing the elastic member 24-2 into two elastic members.

[0063] For this reason, it can dissociate with the pressure room of the next door of an elastic member, and the mutual intervention of an elastic member can be prevented. And the rigid high wall 24-2 is sharable with the next pressure room.

[0064] In these examples, an elastic member 24-2 can also be formed with the adhesives which have elasticity.

[0065] Drawing 8 is the 4th modification sectional view of the ink jet head of this invention.

[0066] In drawing 8, the same notation has shown the same thing as what was shown by drawing 3.

[0067] As shown in drawing 8, the wall material 24 consists of rigid high walls 24-1 and bellows 31. Bellows 31 is metal. Bellows 31 is used for this example as an elastic member 24-2 of drawing 3. Also in this example, the same operation effectiveness as what was shown in drawing 3 is done so.

[0068] Drawing 9 (A) and drawing 9 (B) are the 5th modification block diagram of the ink jet head of this invention. Drawing 9 (A) is the sectional view, and drawing 9 (B) is the plan.

[0069] In drawing 9 (A) and drawing 9 (B), the same notation has shown the same thing as what was shown by drawing 2. In this modification, the piezo-electric element 23 of a pair is arranged on the side-face outside of the elastic member 24 which constitutes wall material. The end of a piezo-electric element 23 is connected to a pressure plate 22, and the other end is connected to the nozzle plate 20.

[0070] Actuation of this configuration is explained. A piezo-electric element 23 is shrunk, a pressure plate 22 is drawn to a nozzle plate 20 side, and the pressure in the pressure room 26 is raised. This injects ink.

[0071] With this configuration, the same effectiveness as what was shown in drawing 2 is done so. Furthermore, thickness of a head can be made thin.

[0072] Drawing 10 (A) and drawing 10 (B) are the 6th modification block diagram of the ink jet head of this invention. Drawing 10 (A) is the sectional view, and drawing 10 (B) is the plan.

[0073] In drawing 10 (A) and drawing 10 (B), the same notation has shown the same thing as what was shown by drawing 2. In this modification, a piezo-electric element 23 is arranged inside both the elastic members 24 that constitute wall material. The end of a piezo-electric element 23 is connected to a pressure plate 22, and the other end is connected to the nozzle plate 20.

[0074] Actuation of this configuration is explained. A piezo-electric element 23 is shrunk, a pressure plate 22 is drawn to a nozzle plate 20 side, and the pressure in the pressure room 26 is raised. This injects ink.

[0075] With this configuration, the same effectiveness as what was shown in drawing 2 is done so. With this, thickness of a head can be made thin.

[0076] Drawing 11 (A) and drawing 11 (B) are the 7th example block diagram of the ink jet head of this invention. Drawing 1111 (A) is the sectional view, and drawing 11 (B) is the plan. [0077] In drawing 11 (A) and drawing 11 (B), the same notation has shown the same thing as what was shown by drawing 2. In this modification, the piezo-electric element 23 of a pair is formed in the side face of the elastic member 24 which constitutes wall material. This piezo-electric element 23 is used in the d15 mode (strike slip mode). One side face of a piezo-electric element 23 connects the side face of another side to a pressure plate 22 through an attaching member 32 at a nozzle plate 20.

[0078] When an electrical potential difference is impressed to a piezo-electric element 23, a strike slip is started in the direction of an arrow head of drawing, and the variation rate of the pressure plate 22 is made to carry out in the nozzle plate 20 direction. This heightens the pressure of the pressure room 26 and ink is spouted.

[0079] With this configuration, while doing so the same effectiveness as what was shown in drawing 2, thickness of a head can be made thin.

[0080] Drawing 12 (A) and drawing 12 (B) are the 8th modification block diagram of the ink jet head of this invention. Drawing 1212 (A) is the sectional view, and drawing 12 (B) is the plan.

[0081] In drawing 12 (A) and drawing 12 (B), the same notation has shown the same thing as what was shown by drawing 2. In this modification, a piezo-electric element 23 is used in the d15 mode (strike slip mode). The piezo-electric element 23 of two sheets is stuck, and it fixes to the supporter material of the head which is not illustrated through the attaching member 33 formed in the side face on either side.

[0082] If an electrical potential difference is impressed to a piezo-electric element 23, a strike slip will be started in the direction of an arrow head of drawing. Thereby, the lamination part of a piezo-electric element 23 displaces up, and makes the variation rate of the pressure plate 22 carry out in the nozzle plate 20 direction. This heightens the pressure of the pressure room 26 and ink is spouted. Also with this configuration, the same effectiveness as what was shown by drawing 2 is done so.

[0083] Drawing 13 (A) and (B) are the 9th modification block diagram of the ink JETTO head of this invention, drawing 13 (A) is the sectional view, and drawing 13 (B) is the perspective view. Drawing 14 R> 4 (A), (B), and (C) are the explanatory view of operation.

[0084] In drawing 13 (A) and drawing 13 (B), the same notation has shown the same thing as what was shown by drawing 2 R> 2. In this modification, it has prepared in the wall material 24 which consisted of elastic members in the ink feed hopper 27 in the configuration of drawing 2.

[0085] Drawing 14 (A), (B), and (C) explain actuation. If a pressure plate 22 displaces and it generally begins to push ink, some ink will pass along a feed hopper 27, and it will flow backwards to the direction of the ink service tank which is not illustrated. Since the amount which flows backwards serves as loss of energy, its fewer possible one is desirable.

[0086] Since the wall material 24 is contracted when extruding ink with a pressure plate 22 as shown in drawing 14 (B) and drawing 14 (C), the cross section of the feed hopper 27 of the wall material 24 also becomes narrow. If a cross section becomes narrow, since passage resistance will increase, ink stops being able to flow backwards easily.

[0087] On the other hand, when attracting ink in the pressure room 26, since the wall material 24 is extended, as for the cross section of a feed hopper 27, breadth and passage resistance become small. Thereby, ink flows in in the pressure room 26 for a short time.

[0088] Thus, the function of a valve can be given to feed hopper 27 the very thing by forming a feed hopper 27 in the wall material 24. For this reason, since loss energy can be reduced, ink injection energy can be increased. In addition, the dimension when becoming narrow among the cross sections of a feed hopper 27 is good to carry out by several or less times the amount (about 1 micrometer) of displacement of a pressure plate 22.

[0089] drawing 15 (A) and (B) — the 10th modification sectional view of the ink jet head of this invention — it is — drawing 15 (A) — the transverse-plane sectional view and drawing 15 (B) are the cross-sectional view.

[0090] In drawing 15 (A) and drawing 15 (B), the same notation has shown the same thing as

what was shown by drawing 3 R> 3. This modification forms the ink feed hopper 27 in an elastic member 24-2 in the configuration of drawing 3.

[0091] Also in this modification, when extruding ink with a pressure plate 22, an elastic member 24-2 is contracted. Thereby, the cross section of the feed hopper 27 of a wall 24-2 also becomes narrow. If a cross section becomes narrow, since passage resistance will increase, ink stops being able to flow backwards easily.

[0092] On the other hand, when attracting ink in the pressure room 26, since an elastic member 24-2 is extended, the cross section of a feed hopper 27 spreads. Thereby, since passage resistance becomes small, ink flows in in the pressure room 26 for a short time.

[0093] Thus, the function of a valve can be given to feed hopper 27 the very thing by forming a feed hopper 27 in an elastic member 24-2. For this reason, since loss energy can be reduced, ink injection energy can be increased.

[0094] drawing 16 (A) and drawing 16 (B) — the 11th modification sectional view of the ink jet head of this invention — it is — drawing 16 (A) — the transverse-plane sectional view and drawing 16 (B) are the cross-sectional view.

[0095] In drawing 16 (A) and drawing 16 (B), the same notation has shown the same thing as what was shown by drawing 7. This modification forms the ink feed hopper 27 in an elastic member 24-2 in the configuration of drawing 7.

[0096] Also in this modification, when extruding ink with a pressure plate 22, an elastic member 24-2 is contracted. For this reason, the cross section of the feed hopper 27 of an elastic member 24-2 also becomes narrow. If a cross section becomes narrow, since passage resistance will increase, ink stops being able to flow backwards easily.

[0097] On the other hand, when attracting ink in the pressure room 26, since an elastic member 24-2 is extended, the cross section of a feed hopper 27 spreads. Thereby, passage resistance becomes small and ink flows in in the pressure room 26 for a short time.

[0098] Thus, the function of a valve can be given to feed hopper 27 the very thing by forming a feed hopper 27 in an elastic member 24-2. For this reason, since loss energy can be reduced, ink injection energy can be increased.

[0099] Also in the above modification, an elastic member 24-2 can be formed with the adhesives which have elasticity.

[0100] In this invention, the straight polarity driving method and the negative polarity driving method which were explained by drawing 4 R> 4 thru/or drawing 5 can be used also in the modification shown by drawing 13 (A) thru/or drawing 16 (B) other than an above-mentioned example. Moreover, also in the modification explained by drawing 13 (A) thru/or drawing 16 (A), the configuration of the modification explained by drawing 8 thru/or drawing 12 is applicable.

(b) The explanatory view 17 of a multi-nozzle head is [the sectional view and drawing 19 of the exploded view of the multi-nozzle head of this invention and drawing 18] the decomposition sectional view.

[0101] As shown in drawing 17, a multi-nozzle head has a nozzle plate 40, the passage plate 41, the elastic plate 42, the pressurization plate 43, an electrode holder 44, and an electrostrictive actuator 45.

[0102] As shown in drawing 18 and drawing 19, a nozzle plate 40 has many nozzles 40-1. In the example of drawing, 4 train formation of the nozzle of one trains [16] is carried out. The passage plate 41 constitutes the above-mentioned rigid high member 24-1. This passage plate 41 forms each pressure room 46 and the common ink room 48. The elastic plate 42 is the above-mentioned elastic member 24-2. The pressurization plate 43 forms each pressure plate 22. While an electrode holder 44 holds an electrostrictive actuator 45, a nozzle plate 40, the passage plate 41, the elastic plate 42, and the pressurization plate 43 are fixed.

[0103] As shown in drawing 18, the ink feed hopper 47 which connects the pressure room 46 and the common ink room 48 to this passage plate 41 is formed. Therefore, this multi-nozzle head forms the head of the example of drawing 3 and drawing 6 in a multi-nozzle.

[0104] Next, the formation approach of each plate which constitutes a multi-nozzle head is explained. First, the elastic plate 42 is explained.

[0105] The explanatory view of screen printing for an elastic plate to manufacture drawing 20 and drawing 21 are the explanatory views of the offset printing for manufacturing an elastic plate.

[0106] The trouble at the time of forming an elastic plate is forming in uniform thickness. Moreover, to form in uniform thickness is demanded also in mass production method. In this invention, liquid elastic material is used and this elastic plate was created.

[0107] As shown in drawing 20, the passage plate 41 is pasted up on a nozzle plate 40. The mesh 81 for screen-stencil is formed in the field by the side of the pressurization plate of this passage plate 41. And a spring material 82 is traced with a blade (squeegee) 80 through a mesh 81. This performs uniform spreading of a spring material 82.

[0108] A spring material 82 is applied to the perimeter of a pressure room. Then, alignment of the pressurization plate 43 is carried out to a spreading side, it puts on a spreading side and it is pressurized. Furthermore, it hardens and pastes up at ordinary temperature or an elevated temperature (about [120 degrees] C). Thereby, the elastic plate 42 is formed.

[0109] As this spring material 82, the rubber or resin whose Young's modulus after hardening is about 1×10^5 Pa– 1×10^9 Pa is desirable. In this example, Young's modulus uses the silicone rubber of 9.6×10^5 Pa. Viscosity at the time of spreading was performed by 200cp. Moreover, the thickness of an elastic layer chose a mesh so that it might be set to 10 micrometers.

[0110] Thus, the elastic layer 82 can be formed by screen-stencil.

[0111] Drawing 21 shows the example which forms an elastic layer by offset printing. As shown in drawing 21, a liquefied spring material is filled in a hopper 23. The liquid layer of the spring material of fixed thickness is formed on the spreading roller 84-4 through the roller group 84-1 to 84-3 with high this spring material and compatibility (wettability). Then, what put the passage plate 41 on the nozzle plate 40 is moved in the direction of an arrow head. Thereby, a liquefied elastic layer is formed on the passage plate 41. Then, alignment of the pressurization plate 43 is carried out to a spreading side, it puts on a spreading side and it is pressurized. Furthermore, it hardens and pastes up at ordinary temperature or an elevated temperature (about [120 degrees] C). Thus, the elastic layer 82 can be formed with offset printing.

[0112] Thus, an elastic layer can be formed on the passage plate 41 by applying a liquid spring material on the passage plate 41. For this reason, the elastic layer of uniform thickness can be created easily. Moreover, in order to take the technique of printing, it is suitable for mass production method.

[0113] Furthermore, how to make thickness homogeneity more is described. By the above-mentioned approach, a spring material is in a liquefied condition and is the approach of putting the pressurization plate 43 and stiffening a spring material. While this spring material is liquefied, control of the thickness of an elastic layer is difficult. Then, after applying a liquefied spring material on the passage plate 41, it once hardens. Since a spring material ceases to flow out by this even if it presses the pressurization plate 43, a binder is applied on a spring material. And it hardens, with the pressurization plate 43 pressed.

[0114] Thereby, the pressurization plate 43 and the passage plate 41 are pasted up, and after press discharge of the pressurization plate 43 returns to the thickness in which the beginning hardened the elastic layer. For this reason, the elastic layer of uniform thickness can be formed. As this binder, the spring material used for the elastic layer can also be used.

[0115] Thus, thickness of an elastic layer can be made more into homogeneity by establishing the process which hardens an elastic layer once.

[0116] Drawing 22 is the explanatory view of the approach of making other thickness of this invention homogeneity.

[0117] As shown in drawing 22, a maximum grain size mixes the particle 42-1 equal to desired thickness to the liquefied spring material 42. That is, the particle 42-1 filtered beforehand is prepared so that a maximum grain size may become equal to desired thickness. It mixes with the liquefied spring material 42, and this particle 42-1 is fully distributed. This particle 42-1 is used as a spacer. Thereby, even if it pressurizes, the thickness of an elastic layer does not become below a maximum grain size. Consequently, the elastic layer of thin

uniform thickness can be formed.

[0118] For example, the maximum particle diameter is 10-micrometer SiO₂. A particle is mixed 30% to 1 acidity-or-alkalinity silicone rubber. This is screen-stenciled on the passage plate 41. Then, after sticking the pressurization plate 43 made from a resin film, it heated and hardened by 120-degreeC. Thus, thickness of the elastic layer 42 can be set to 10 micrometers. As this particle 42-1, organic materials, such as inorganic materials, such as SiO₂ and TiO, or polystyrene, and a polycarbonate, can be used. Moreover, 5wt percent - 60wt percent is suitable for the content of a particle.

[0119] Since the thickness of the elastic layer 42 is not set to 10 micrometers or less, this approach is suitable for the negative polarity drive.

[0120] Next, a passage plate is explained.

[0121] Drawing 23 is the pressure-distribution explanatory view of a pressure room, and drawing 24 is the explanatory view of the passage plate of this invention.

[0122] As shown in drawing 23, a pressure Q occurs in a pressure room with the developed pressure of an electrostrictive actuator 45. With this pressure Q, bending is produced on the passage plate 41. The volume of the ink which should fly from a nozzle loses for this bending. For this reason, particle-ization of efficient ink becomes difficult.

[0123] The ingredient of the passage plate which makes this bending min is explained. As shown in drawing 24, thickness of the passage plate 41 is set to "h", the width of face is set to "b", the height of a pressure room is set to "l", the generating atmospheric pressure of the pressure interior of a room is set to "Q", the elastic modulus of the passage plate 41 is set to "E", and the ink injection volume is set to "V." And the multiplier of loss by the bending of the passage plate 41 to the ink injection volume is set to "k."

[0124] Here, the loss volume by bending of the passage plate 41 is shown by k-V. This loss volume is defined by the following formula.

[0125] $kV \geq 6, Qb l^5 / 5$ and Eh^3 — in this formula, it selects so that thickness [of the passage plate 41] h, width of face b, height l, and the relation it is unrelated to $k = 0.01$ or less in an elastic modulus E may be satisfied. If it does in this way, the loss volume can be stopped to 1 or less %.

[0126] For example, the ink jet printer which can print 360dpi is considered. As a parameter of the pressure room of this printer, they may be Q= developed pressure 15 atmospheric pressure, b= 1mm, l= 100 micrometers, and h= 92 micrometers. As this passage plate 41, when a photopolymer etc. is used, as for an elastic modulus E, that resin with the highest elastic modulus is also 4giga Pa. Therefore, loss of 5.78pl is produced. For this reason, when the ink particle volume required to form 1 dot in space is set to 100pl(s), the volume change of the pressure room of 105.78pl is needed. That is, effectiveness is bad.

[0127] In order to make volume loss by bending of the passage plate 41 into 1 or less % to 100pl to the configuration of this pressure room, the member of the elastic modulus more than 23giga Pa is required.

[0128] As an ingredient which has such an elastic modulus, metallic materials, such as photosensitive glass and stainless steel, the ceramics, etc. can be considered. Each elastic modulus E and loss volume kV are calculated. Since photosensitive glass is E= 70giga Pa, it serves as kV=0.33pl. Since stainless steel material is E= 200giga Pa, it serves as kV=0.0036pl. Since the thing which has the lowest elastic modulus is also E= 10,000giga Pa, the ceramics serves as kV=0.0000072pl.

[0129] Therefore, efficient ink particle-ization with little loss volume is attained by using these ingredients.

[0130] This metal member is processible by the machining methods, such as electrochemical molding, the etching method, and a press. Glass is processible with ultraviolet-rays photosensitive glass. In the case of the ceramics, before calcinating this, after processing it by machining etc., it is processible by calcinating. By applying such a processing method, highly precise patterning becomes possible.

[0131] Drawing 25 is the explanatory view of other passage plates of this invention.

[0132] The way height h of the passage plate 41 divides the passage plate 41 into two or more.

more plates 410, and carries out a laminating in being high is good. That is, when carrying out patterning by the processing method which described the plate above, the height is because the precision of the thinner one of patterning improves.

[0133] The passage plate 41 is divided into the plate 410 of three layers in this example. And these plates 410 are joined. Here, multilayer junction is realized by covering by the deposit 411 behind the laminating of a plate 410.

[0134] Moreover, before joining plating, after carrying out the laminating of each plate 410, it is good for spot welding, adhesion, etc. to carry out temporary junction. Thereby, the location gap by the plating process can be prevented.

[0135] Thus, efficient ink particle-ization is attained by creating the passage plate which makes the loss volume 1 or less %.

[0136] Next, a pressurization plate is explained.

[0137] The explanatory view, drawing 27 (A), and drawing 27 (B) of a pressurization plate of this invention of drawing 26 (A) and drawing 26 (B) are the explanatory view of each pressure plate of the.

[0138] In the print head by which many nozzles were arranged, only the number of nozzles is required for a pressure room and a pressure plate. Since the direction divided into each nozzle can pressurize each pressure room independently, a pressure plate is desirable. However, the approach of joining the separate independent pressure plate for every pressure room is accompanied by the difficulty on manufacture. So, in this example, manufacture is easy and offers the pressurization plate which can pressurize a pressure room separately independently.

[0139] Drawing 26 (B) is the plan of the pressurization plate 43, and drawing 26 (A) is the X-X' sectional view. As shown in drawing 27 (A) and drawing 27 (B), each pressure plate 22 is connected to the common supporter 430 with the thin rib 431 in the center of the shorter side.

[0140] As shown in drawing 27 (A), each pressure plate 22 is pushed by the electrostrictive actuator in the part shown with the broken line of drawing. In this case, as shown in drawing 27 (B), a rib 431 can deform and a pressure can be applied to the ink in the pressure room 46.

[0141] Thus, since the pressure plate 22 corresponding to each nozzle is held at the common supporter 430 through at least two ribs 431 thinner than a pressure plate 22, it is unified as components. Thereby, the junction activity of the pressurization plate 43 becomes easy.

[0142] According to deformation of this rib 431, stress concentrates on a rib 431. For this reason, stress is designed so that it may become a value lower than the breaking strength of a rib. Moreover, since the direction where a rib 431 is pulled is the direction of a long side of a pressure plate 22, it cannot influence easily the variation rate of the pressure plate 22 on the pressure room arranged in the direction of a shorter side.

[0143] This pressure plate 22 is good to constitute a rib 431 and the common supporter 430 from same member. Young's modulus uses the harder resin film more than several giga Pa. The pressurization plate 43 of the structure which shows this resin film in drawing 26 (B) by carrying out patterning by mold omission, laser processing, etc. can be obtained. Polyethylene terephthalate (PET), polyethylenenaphthalate (PEN), etc. can be used as a resin film.

[0144] For example, a PEN film with a thickness of 0.1mm is used. Pressure room size is set to 1.1mmx0.19mm, and area (area in the broken line in drawing 27 (B)) on which an electrostrictive actuator pushes a pressure plate 22 is set to 1mmx0.1mm. Furthermore, size of a pressure plate 22 was set to 1.2mmx0.26mm, thickness of the elastic layer 42 was set to 10 micrometers, and stress count was performed for the Young's modulus of an elastic layer with the finite element method as 1.5×10^6 Pa.

[0145] If according to this count width of face of a rib 431 is set to 0.04mm and die length is set to 0.02mm, stress will serve as 3×10^7 Pa. Therefore, since the breaking strength of a rib ingredient is 2×10^8 Pa, it can fully bear stress.

[0146] As shown in drawing 26 (A) and drawing 26 (B), the pressurization plate 43 can serve as the wall of the common ink room 48. This should just manufacture the common ink room.

48 in the open condition like the pressure room 46. That is, the common ink room 48 is both also stopped by adhesion of the pressurization plate 43. Therefore, the common ink room 48 can also be formed in coincidence with adhesion of a pressure plate 22.

[0147] Drawing 28 is the explanatory view of other pressurization plates of this invention.

[0148] As shown in drawing 28, thickness of a rib 431 is made thinner than a pressure plate 22 and the common supporter 430. When pressurizing the ink in the pressure room 46 and making the ink of the predetermined volume inject from a nozzle, a pressure plate 22 is hard and it is required to be hard to deform. That is, in order to make the ink of the specified quantity fly in the minimum amount of displacement, it is required to raise the displacement effectiveness of the electrostrictive actuator to pressurize.

[0149] For that, a pressure plate 22 is hard and it is required to be hard to deform. By this, the elastic layer between a pressure plate 22 and a pressure room will mainly deform. If a pressure plate 22 is hardened, the really fabricated rib 431 will also become hard. For this reason, it is hard coming to deform a rib 431.

[0150] Then, the thickness of a rib 431 is reduced and the cross section is made small. Thereby, the hard pressure plate 22 is obtained that it is easy to transform a rib 431.

[0151] When using the electrostrictive actuator in d31 displacement mode, as for such a pressure plate 22, it is desirable that it is an insulator. An electrode is prepared in the side face of an electrostrictive actuator which shows the electrostrictive actuator in d31 displacement mode in drawing 18. In order to paste up the point of an electrostrictive actuator on a pressure plate 22, when a pressure plate 22 is a metal, there is risk of short-circuiting. For this reason, as for a pressure plate 22, it is desirable that it is an insulator. For example, since a resin film is a good insulator, it is desirable as an ingredient of a pressure plate 22.

[0152] As an approach of preventing this electric short-circuit, the approach which does not form an electrode near the tip of an electrostrictive actuator is also considered. However, in order to secure predetermined activity length to an electrostrictive actuator, the die length of the part electrostrictive actuator becomes long, and is disadvantageous on manufacture.

[0153] Moreover, the more transparent one has [a pressure plate 22] good convenience on manufacture. When pasting up a pressure room and a pressure plate 22 with elastic adhesives, it is necessary to maintain the thickness of the elastic layer after hardening at a predetermined value (10 micrometers - 20 micrometers). The pressurization at the time of this adhesion takes cautions. That pressurization carries out too much, it leads to the flash of adhesives and the lack of pressurization brings about imperfect adhesion. For this reason, in case adhesion conditions are examined, an adhesion condition can be grasped as a pressure plate 22 being transparent.

[0154] Drawing 29 (A) and drawing 29 (B) are the explanatory views of another pressurization plate of this invention. As shown in drawing 29 (A) and drawing 29 (B), the thin film section 432 is provided in the part which constitutes the wall of the common supporter 430 which forms the common ink room 48. This thin film section 432 forms a pressure damper.

[0155] When the ink in the pressure room 46 is pressurized with a pressure plate 22, ink flies from a nozzle. With this, ink is injected by the common ink room 48 from the ink feed hopper 47. At this time, the pressure of the common ink room 48 increases and induction of the pressure fluctuation is carried out into other pressure rooms 46. This causes a cross talk.

[0156] In order to prevent this pressure fluctuation, it is necessary to form a pressure damper in the common ink room 48. In this example, laser beam machining or the pressure damper which carries out etching processing and consists of the thin film section 432 is formed for a part of common supporter 430.

[0157] The design of this pressure damper is performed as follows.

[0158] the volume when a uniformly distributed load p joining the pressure damper of Young's modulus E , die-length l , width of face w , and thickness t — a variation rate — V is shown by the following type.

[0159] It can come $V=0.151plw^5 / Et^3$, and is alike, and the acoustic capacitance C_d of a pressure damper is shown more by the following type:

[0160]

The order of the acoustic capacitance C_n of $C_d = \Delta V / \Delta p = 0.151$ and lw^5/Et^3 one side and a nozzle is $1 / 1016 - 1/1018$. For this reason, in order to make pressure fluctuation at the time of 10 - 30 nozzle coincidence injection 1 or less %, order of the acoustic capacitance C_d of a pressure damper needs to be set to $1 / 1013 - 1/1015$.

[0161] Therefore, the order of the acoustic capacitance C_d of a pressure damper determines Young's modulus [of a pressure damper] E , die-length l , width of face w , and thickness t so that it may be set to $1 / 1013 - 1/1015$.

[0162] Drawing 30 is the block diagram of other pressure dampers of this invention.

[0163] As shown in drawing 30, a hole is established in some walls of the pressurization plate 43 which forms the common ink room 48. The thin film 610 was stuck with 1 liquid type silicone rubber 611 so that this hole might be plugged up. This forms the pressure damper.

[0164] The film 610 consists of PETs. the Young's modulus of PET — 4×10^9 Pa — it is — 6 micrometers in thickness, and field size — $3.764 \times 0.46 \text{ mm}^2$ it was. The cross talk was investigated in this head. Consequently, velocity turbulence and injection-rate fluctuation were ≤ 10 or less %.

[0165] As this film 610, polymeric materials, such as PI (polyimide), and metallic materials, such as nickel, aluminum, and SUS, other than PET can be used.

[0166] Drawing 31 is the block diagram of the pressure damper of further others of this invention.

[0167] A hole is established in some walls of the pressurization plate 43 which forms the common ink room 48. The thin film 610 was formed so that this hole might be plugged up. As this film 610, what applied 2 micrometers (ethylene vinyl acetate copolymer) of hot melt adhesive to PET with a thickness of 10 micrometers was used. Thermal melting arrival of this film 610 was carried out on condition that 150°C , 5 kg/cm^2 , and 5sec, and the pressure damper was formed.

[0168] Drawing 32 is the block diagram of another pressure damper of this invention.

[0169] The pressure damper plate 613 formed in the pressurization plate 43 with the pressure plate 22 is formed in the wall of the common ink room 48. The pressurization plate 43 used for PI film with a thickness of 5 micrometers what formed the pressure plate 22 made from SUS corresponding to the pressure room. A pressure damper can be formed in this example, without processing the pressurization plate 43, since the part which forms the common ink room of the pressurization plate 43 is a film.

[0170] Next, an electrostrictive actuator 45 is explained.

[0171] For the perspective view of the electrostrictive actuator of this invention, and drawing 34, the top view of the leadframe for the electrostrictive actuator of drawing 33 and drawing 35 are [drawing 33 / the assembly block diagram of the electrostrictive actuator of this invention and drawing 37 of the perspective view of the leadframe of drawing 34 and drawing 36] the explanatory views of the electrode structure.

[0172] It is necessary to form an electrostrictive actuator corresponding to each nozzle.

Generally, such an electrostrictive actuator carried out the laminating of the piezo electric crystal to the multilayer, and formed it in it. However, the approach of carrying out the laminating of the piezo electric crystal to a multilayer has the problem that a manufacturing cost is applied. Therefore, it is desirable to form the electrostrictive actuator of the configuration corresponding to each nozzle with the piezo electric crystal of a monolayer.

[0173] In the ink jet head which, on the other hand, has the elastic layer mentioned above, there are few amounts of displacement of an electrostrictive actuator, and they end. For this reason, the piezo electric crystal of a monolayer can be used. As shown in drawing 33, the piezo electric crystal element 451 of a large number corresponding to each nozzle is formed in the piezo electric crystal block 45 of a monolayer.

[0174] This piezo electric crystal element 451 is formed as follows. First, much slitting is put into the piezo electric crystal block 45 from arrow-head A with a dicing saw, and each piezo electric crystal element 451 is formed. Thereby, the whole piezo electric crystal element 451 makes the configuration of the comb of one train. Next, slitting is put in in the center of the

piezo electric crystal block 45 from arrow-head B, and a slot 450 is formed. Thereby, piezo electric crystal element 451 group of two trains is formed.

[0175] Thus, the piezo electric crystal element 451 of nozzle 2 train can be formed by cutting the piezo electric crystal block 45 deeply. Each piezo electric crystal element 451 can manufacture this electrostrictive actuator 45 by the low price from a laminating mold piezo electric crystal for monolayer structure. Moreover, since the piezo electric crystal itself is making the configuration of a comb, it is strong and high integration of reinforcement is attained.

[0176] The electrostrictive actuator of such structure becomes easy [the ejection structure of an electrode]. That is, as shown in drawing 37 , an electrode 451-1,451-2 is formed in both sides of the piezo electric crystal element 451 by plating. Thereby, an electrode is formed in the side face of each piezo electric crystal element 452, and the drive in the d31 mode is attained.

[0177] A leadframe 50 is used for the ejection of this electrode as shown in drawing 34 and drawing 35 . That is, as shown in drawing 34 , two or more individual electrodes 501 and 502 which form the common electrode 500 in the center, and are extended from a center are formed. As shown in drawing 34 , after cutting by cut location CUT-1 and considering as the independent leadframe, as shown in drawing 35 , this leadframe 50 is bent according to the width of face of the piezo-electric block 45.

[0178] Next, it cuts by cut location CUT-2 shown in drawing 34 . Thereby, as for a leadframe 45, the tip of the common electrode 500 and a tip with the individual electrode 501 are separated. Then, as shown in drawing 36 , the common electrode 500 of a leadframe 50 is inserted in the central slot 450 of the piezo electric crystal block 45, and temporary immobilization of the leadframe 50 is taken down and carried out to the lower limit of a slot 450.

[0179] At this time, as shown in drawing 37 , the tip of the electrode 501 according to each is positioned so that the 2nd electrode 451-2 of each piezo electric crystal element 451 may be contacted, so that the tip of the common electrode 500 may contact the 1st electrode 451-1 of each piezo electric crystal element 451. It is called this common electrode 500 and the coat of the solder is beforehand carried out at the tip of the individual electrode 501.

[0180] In this condition, it has the piezo electric crystal block 45 under the near infrared ray lamp. And it is made for the focus of a lamp to be equivalent to the contact part of said electrode, and the light of a near infrared ray lamp is irradiated. At this time, as for a near infrared ray lamp, considering as a focal mold is desirable so that a piezoelectric device may not be affected. Moreover, if a long duration exposure is carried out, in order to cause degradation of a piezoelectric device, as for irradiation time, it is desirable to consider as 1 second - 60 seconds.

[0181] Thus, the solder of the leadframe 50 which had carried out the coat beforehand melts by irradiating the light of a near infrared ray lamp. Thereby, the tip of the common electrode 500 is pasted up on the 1st electrode 451-1 of each piezo electric crystal element 451, and the tip of the electrode 501 according to each is pasted up on the 2nd electrode 451-2 of each piezo electric crystal element 451.

[0182] Then, the leadframe 50 shown in drawing 34 is cut by cut location CUT-3. If it does in this way, since a lead can be pulled out using the both-sides side of the piezo electric crystal block 45, the miniaturization of an electrostrictive actuator 45 is attained. Moreover, with a non-contact near infrared ray lamp, since it pastes up, it can paste up more simply than the approach using a soldering iron.

[0183] Drawing 38 is the horizontal side Fig. of the multi-nozzle head of this invention, and drawing 39 is the side elevation of the multi-nozzle head of this invention.

[0184] As shown in drawing 38 , the electrostrictive actuator 45 formed as mentioned above is held at an electrode holder 44. And each piezo electric crystal element 451 of an electrostrictive actuator 45 is pasted up on the pressure plate 22 of the pressurization plate 43. Moreover, as shown in drawing 39 , two electrostrictive actuators 45 are installed for the nozzle train of four trains.

[0185] Drawing 40 of the explanatory view of other leadframes of this invention and drawing 41 is [the connection condition explanatory view of other leadframes of this invention and drawing 42] drawings showing the electrode structure.

[0186] As shown in drawing 40 , the leadframe 50 by which the individual electrode 513 was connected with the common electrode 512 is prepared. This leadframe 50 is cut in the cut location CUT. And this common electrode 512 and individual electrode 513 are inserted in the above-mentioned piezo electric crystal block 45. At this time, as shown in drawing 42 , the tip of the electrode 513 according to each is positioned so that the 2nd electrode 451-2 of each piezo electric crystal element 451 may be contacted, so that the tip of the common electrode 512 may contact the 1st electrode 451-1 of each piezo electric crystal element 451. It is called this common electrode 500 and the coat of the solder is beforehand carried out at the tip of the individual electrode 501.

[0187] Furthermore, as shown in drawing 41 , both the common electrode 512 and the individual electrode 513 are taken out to the same field of the piezo electric crystal block 45. And the common electrode 512 and the individual electrode 513 are piled up up and down. Insulating materials, such as plastics, are inserted between these two electrodes, and two electrodes are insulated.

[0188] In this case, a solder coat is carried out to each leadframes 512 and 513, and it carries out [tacking] to a location to paste up the piezo electric crystal block 45. Then, the light of a near infrared ray lamp is irradiated and it pastes up. Furthermore, lead 514 is connected with the leadframe 512 of a common electrode by the path cord 515. If it does in this way, a lead can be pulled out using the side face of the piezo electric crystal block 45.

(c) In this invention, the next deformation other than the explanation above-mentioned example of other examples is possible.

[0189] ** The wall material explained by drawing 2 can apply the formation approach of the elastic layer explained by drawing 20 thru/or drawing 22 also in the head which consists only of an elastic layer.

[0190] ** The wall material explained by drawing 2 can apply similarly the pressurization plate explained below by drawing 26 in the head which consists only of an elastic layer.

[0191] As mentioned above, although the example explained this invention, deformation various by within the limits of the main point of this invention is possible, and these are not eliminated from the range of this invention.

[0192]

[Effect of the Invention] According to this invention, the following effectiveness is done so as explained above.

[0193] ** Since the pressure plate 22 which cannot curve easily is driven by the electrostrictive actuator 23 instead of a diaphragm and the wall material 24 is made to transform, while being able to prevent fatigue breaking accompanying vibration, generating of a satellite particle can also be prevented.

[0194] ** Since a pressure plate 22 is extruded again, without incurvating a diaphragm, ink injection energy can be raised.

[0195] ** Moreover, since the electrostrictive actuator is fixed to a pressure plate 22, a negative polarity drive is possible and, thereby, ink can be injected efficiently.

[Translation done.]

[Drawing 33] It is the perspective view of the electrostrictive actuator of this invention.

[Drawing 34] It is the top view of a leadframe used for the electrostrictive actuator of drawing 33 .

[Drawing 35] It is the perspective view of the leadframe of drawing 34 .

[Drawing 36] It is the assembly block diagram of the electrostrictive actuator of drawing 33 .

[Drawing 37] It is the explanatory view of the electrode structure of drawing 36 .

[Drawing 38] It is the horizontal side Fig. of the multi-nozzle head of this invention.

[Drawing 39] It is the side elevation of the multi-nozzle head of this invention.

[Drawing 40] It is the explanatory view of other leadframes of this invention.

[Drawing 41] It is the connection condition explanatory view of the leadframe of drawing 40 .

[Drawing 42] It is the explanatory view showing the electrode structure of drawing 41 .

[Drawing 43] It is the explanatory view of the 1st conventional technique.

[Drawing 44] It is the explanatory view of the 2nd conventional technique.

[Description of Notations]

20 Nozzle Plate

21 Nozzle

22 Pressure Plate

23 Electrostrictive Actuator

24 Wall Material

24-1 Rigid high member

24-2 Elastic layer

27 Ink Feed Hopper

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-290705

(43) 公開日 平成7年(1995)11月7日

(51) Int.Cl.*

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

B 4 1 J 2/045
2/055
2/16

B 4 1 J 3/ 04 1 0 3 A
1 0 3 H

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願平7-6845

(22) 出願日 平成7年(1995)1月20日

(31) 優先権主張番号 特願平6-59872

(32) 優先日 平6(1994)3月3日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72) 発明者 恩田 信彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 加藤 雅之

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 小池 修司

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 林 恒徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェットヘッド

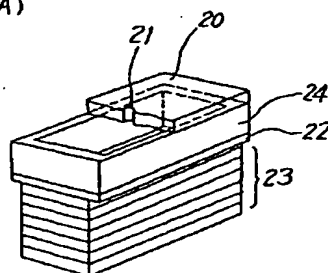
(57) 【要約】

【目的】 圧力室内部のインクを圧力により噴出するインクジェットヘッドに関し、ピエゾ素子の発生力からインク押し出し力への変換効率の高くする。

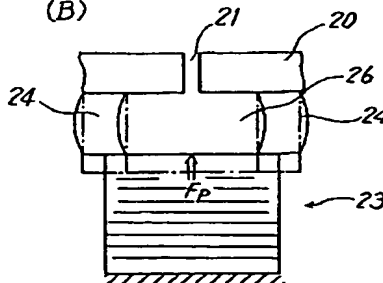
【構成】 インクを収容した圧力室に圧力を加えてインクを噴出するためのインクジェットヘッドにおいて、インクを噴出するためのノズル21を有するノズル板20と、前記ノズル板20と平行に設けられた加圧板22と、弾性を有し、前記ノズル板20と前記加圧板22とを接続して圧力室を形成する壁部材24と、前記加圧板22に固定され、前記壁部材24を変形させるように前記加圧板22を駆動する圧電アクチュエータ23とを有する。又、壁部材24の弾性を有する部分に、インク供給口27を設ける。

本発明の原理図

(A)



(B)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを収容する圧力室に圧力を加えて、前記圧力室内の前記インクを噴出するインクジェットヘッドにおいて、
インクを噴出するためのノズルを有するノズル板と、
前記ノズル板と平行に設けられた加圧板と、
弾性を有し、前記ノズル板と前記加圧板とを接続して前記圧力室を形成する壁部材と、
前記加圧板に固定され、前記壁部材を変形させるように前記加圧板を駆動する圧電アクチュエータとを有すること

10

を特徴とするインクジェットヘッド。
【請求項2】 請求項1のインクジェットヘッドにおいて、
前記壁部材は、弾性部材で構成されていることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項3】 請求項1のインクジェットヘッドにおいて、
前記壁部材は、剛性の高い部材と、剛性の低い弾性部材とを積層した構造を有することを特徴とする請求項1のインクジェットヘッド。

【請求項4】 請求項3のインクジェットヘッドにおいて、
前記剛性の高い部材に、インクを前記圧力室に供給するための供給口を設けたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項5】 請求項3のインクジェットヘッドにおいて、
前記弾性部材に、インクを前記圧力室に供給するための供給口を設けたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項6】 請求項2又は3のインクジェットヘッドにおいて、
前記弾性部材に、隣接する圧力室での干渉を防止するためのスリットを設けたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項7】 請求項1のインクジェットヘッドにおいて、
前記圧電アクチュエータは、負極性駆動されるものであることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項8】 請求項2又は3のインクジェットヘッドにおいて、
前記弾性部材が、ヤング率が $1 \times 10^3 \text{ Pa} \sim 1 \times 10^9 \text{ Pa}$ の範囲の部材からなることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項9】 請求項2のインクジェットヘッドにおいて、
前記弾性部材が、液状の弾性材を前記ノズル板に印刷した後、硬化されたものであることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項10】 請求項3のインクジェットヘッドにお

50

いて、

前記弾性部材が、液状の弾性材を前記剛性の高い部材の一面に印刷した後、硬化されたものであることを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項11】 請求項2又は3のインクジェットヘッドにおいて、

前記弾性部材が、剛性の低い接着剤で構成されたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項12】 請求項2又は3のインクジェットヘッドにおいて、

前記弾性部材が、ペローズで構成されたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項13】 請求項1のインクジェットヘッドにおいて、

前記圧電アクチュエータが、前記ノズル板と前記加圧板との間に設けられたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【請求項14】 請求項1のインクジェットヘッドにおいて、

20 前記加圧板を保持するための共通保持体と、前記加圧板を前記共通保持体に接続するリブとを更に設けたことを特徴とするインクジェットヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】（目次）

産業上の利用分野

従来の技術（図43乃至図44）

発明が解決しようとする課題

課題を解決するための手段（図1）

作用

30 実施例

（a）インクジェットヘッドの説明（図2乃至図16）

（b）マルチノズルヘッドの説明（図17乃至図42）

（c）他の実施例の説明

発明の効果

【0002】

【産業上の利用分野】本発明は、インクを収容する圧力室に圧力を加えて、インクを噴出するインクジェットヘッドに関する。

【0003】複写機、プリンタ、ファクシミリ装置等の画像形成装置が盛んに利用されている。このような装置では、構成の簡易である理由から、インクジェットプリンタが利用されている。このインクジェットプリンタでは、インクジェットヘッドからインクを噴出して、記録媒体上に画像を形成するものである。

【0004】このインクジェットヘッドの中でも、圧力室内のインクに圧力を印加して、インクを噴射させるものが、利用されている。このタイプのものでは、印加圧力に対するインク噴射への変換効率が良いものが望まれている。

【0005】

【従来の技術】図43(A)、図43(B)は、第1の従来技術の説明図、図44(A)、図44(B)は第2の従来技術の説明図である。

【0006】図43(A)に示すように、圧力室2内には、インクが充填している。ノズル板1は、インクを噴出するためのノズル6を有している。振動板3は、ノズル板1に平行に設けられている。この振動板3の片面には、振動板3を駆動するためのピエゾ素子(圧電アクチュエータ)4が張りつけられている。このピエゾ素子4の上下面には、ピエゾ素子4に電圧を印加するための一対の電極5が設けられている。

【0007】このノズル板1と振動板3との間には、圧力室2を形成する壁部材8が設けられている。壁部材8は、固い材料で構成されている。そして、壁部材8の一部に、圧力室2にインクを供給する供給口7が設けられている。

【0008】この構成の動作を説明する。図43(B)に示すように、電極5に、ピエゾ素子4を収縮させるように、電圧を印加する。これにより、ピエゾ素子4は、収縮する。しかし、ピエゾ素子4の振動板3に接続されている側は、収縮できない。このため、ピエゾ素子4の上面と下面とで収縮量に差ができる。

【0009】これにより、ピエゾ素子4と振動板3とは圧力室2側に湾曲する。この湾曲により、圧力室2に圧力がかかる。このため、圧力室2内のインクは押し出され、ノズル6からインク粒子9となって飛び出す。この方法は、ピエゾ素子4を振動板3と平行に伸縮させる、所謂 d_{31} モードである。同様に、ピエゾ素子4を振動板3に垂直に伸縮させる、所謂 d_{33} モードのものもある。

【0010】図44(A)は他の従来例(平成3年7月9日出願、日本国特許願平成3年第511685号明細書、国際特許出願番号PCT JP 91/00916、国際特許公開番号WO 92/00849)を示す図である。

【0011】図44(A)に示すように、ノズル6を有するノズル板1と振動板3との間に設けられた壁部材は、固い部材8と弾性部材11とが積層されて構成されている。そして、駆動手段として、ワイヤドットヘッド12が、振動板3に対向して、設けられている。

【0012】この動作を説明する。図44(B)に示すように、ワイヤドットヘッド12によるワイヤ駆動により、振動板3を押す。これにより、振動板3は、弾性部材11を圧縮して、圧力室2に圧力を加える。これにより、圧力室2からインクを飛びださせるものである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来技術では、次の問題があった。

【0014】①図43(A)に示す第1の従来技術では、振動板3の周囲が、圧力室2の壁に固定されている。このため、振動板3が湾曲すると、振動板3の圧力

室2の壁との接続部分に大きな応力が発生する。振動板3は、数kHzで振動しているため、この応力によって疲労破壊を起こし、その接続部が破断するおそれがある。

【0015】②図43(A)に示す第1の従来技術では、ピエゾ素子の発生する力は、インクを押し出す力と、振動板3を湾曲させる力との和になる。しかし、振動板3の周囲は、圧力室2の壁に固定されているため、振動板3を湾曲させるために大きな力が必要となる。その結果、インクを押し出す力が減少する。このため、ピエゾ素子の発生力に対するインクの押し出し力への変換効率が悪い。

【0016】③図43(A)に示す第1の従来技術では、ピエゾ素子の発生力を一定とした場合に、振動板3の湾曲を最大にするためには、振動板3の中心をピエゾ素子が押すようにする必要がある。即ち、振動板3の中心部を押さないと、振動板3の湾曲が中心に対して、非対称となり、インクを押し出す力が減少する。振動板3のサイズは、約1mm×1mm程度であるので、その中心部を押すためには、ヘッドの組み立て精度を数十μm以下に抑える必要がある。このため、組み立てが困難である。

【0017】④図44(A)に示す第2の従来技術では、図44(B)に示すように、ワイヤドットヘッド12が停止しても、振動板3には残留振動が残る。この残留振動の振幅が、あるスレッショールドより大きい場合には、インク粒子が再び形成される。これにより、ノズルから噴出されてサテライト粒子10を発生する。ヘッドは移動しながら、インク粒子を噴出しているので、サテライト粒子が存在すると、ヘッドの移動方向にサテライト粒子の数だけドットが印字される。このため、字幅が大きくなる、字がぼやける等の印字品質に劣化が発生する。

【0018】⑤図44(A)に示す第2の従来技術では、インクヘッドと駆動部分を別にするという目的から、振動板3とワイヤドットヘッド12の加圧機構とは分離され、すきまを有する。このため、振動板3をノズル方向と逆方向に駆動して、圧力室2内にインクを吸引し、その後ノズル方向に駆動して、インクを噴出する効率の良い駆動方法、所謂負極性駆動方法ができない。

【0019】従って、本発明の目的は、ピエゾ素子の発生力からインク押し出し力への変換効率を高くするためのインクジェットヘッドを提供するにある。

【0020】又、本発明の他の目的は、ヘッドの耐久性を高くするためのインクジェットヘッドを提供するにある。

【0021】更に、本発明の別の目的は、ヘッドの組み立てを容易にするためのインクジェットヘッドを提供するにある。

【0022】更に、本発明の他の目的は、サテライト粒子の発生を防止するためのインクジェットヘッドを提供

【0041】剛性の高い壁24-1と弾性部材24-2との積層構造は次のように作成する。液体状になっている一液性シリコーンゴム、あるいは二液性シリコーンゴムをスクリーン印刷等の印刷法により、剛性の高い壁24-1上に形成し、加圧板22を位置合わせした後に、常温あるいは高温(120℃程度)で硬化させ、板状部材に形成する。

【0042】この例では、前述の剛性の高い壁24-1に、インクを圧力室26内に供給するためのインク供給口27が設けられている。又、加圧板22には、10 11
 ピエゾ素子23が、接着剤30により固着されている。このピエゾ素子23の上下には、電極25が設けられている。ピエゾ素子23は、 d_{31} モードのものである。従って、電極25への電圧の印加により、図の上下方向に伸縮する。

【0043】この例は、壁部材24の内、変形に必要な高さ部分のみ弾性部材24-2で構成したものである。これにより、壁部材24の湾曲を防止する。このため、ピエゾ素子23のエネルギーからインク噴出エネルギーの変換効率をより高めることができる。

【0044】図4(A)乃至図4(E)により正極性駆動法を説明する。この駆動法は、ピエゾ素子23に図4(A)に示すような正極性パルス印加して、加圧板22をノズル方向に一方に押し、インクを噴射するものである。

【0045】図4(B)は、電圧を印加していない初期状態である。時刻 $t = t_1$ において、ピエゾ素子23に電圧を印加した時、加圧板22は、ピエゾ素子23の発生力により、弾性部材24-2を押し縮める。図4

(C)に示すように、この結果、インク表面部分であるメニスカスは、加圧板22の変位によって、ノズル21の外にはみ出す。はみ出したインクの周囲は空気のため、インク内の圧力は急激に低下する。

【0046】更に印加電圧を上昇させると、更に加圧板22は、平行移動して、圧力室26内の圧力は上昇する。図4(D)に示すように、この時、ノズル21からのインク量は増加する。

【0047】図4(E)に示すように、ピエゾ素子23が停止すると、加圧板22の変位も急激に停止する。圧力室26内のインクの流動も停止するが、ノズルから出たインクは慣性によって前進するため、やがて分離して、インク粒子となる。

【0048】次に、図5(A)乃至図5(F)により負極性駆動法を説明する。図5(A)に示すように、この駆動法は、ピエゾ素子23を負方向に三角波により駆動する。これにより、加圧板22を一度ノズル方向と逆方向に駆動して、圧力室内にインクを吸引し、その後ノズル方向に復帰させ、インクを噴射するものである。

【0049】図5(B)は、電圧を印加していない初期状態である。図5(C)に示すように、ピエゾ素子23

に電圧を印加した時、加圧板22は、ピエゾ素子23の発生力により、ノズルと逆方向に変位する。メニスカスは、加圧板22の変位とともに、ノズル21内に引き込まれる。

【0050】ピエゾ素子23への印加電圧をゼロとした時、ピエゾ素子23は元の位置に戻っていく。この時、加圧板22も元の位置に戻っていく。図5(D)に示すように、メニスカスも移動し始める。そして、メニスカスは、パイプ状のノズル21内に閉じ込められているため、加圧板22の変位による圧力室26の圧力上昇は、メニスカスの先頭まで伝わる。ノズル21内を移動するメニスカス及びインクには、絶えず上述の圧力が作用するため、インクは、ノズル21出口に達するまで加速される。

【0051】次に、図5(E)に示すように、インクは、ノズル21内で得た運動量をもって、ノズル21から飛び出す。ノズル21から出る瞬間のインクの運動量の総和が大きくなるため、インク柱の速度は、正極性駆動よりも大きくなる。

20 【0052】図5(F)に示すように、ピエゾ素子23が停止すると、加圧板22の変位も急激に停止する。圧力室26内のインクの流動も停止する。しかし、ノズルから出たインクは慣性によって前進するため、やがて分離して、インク粒子となる。

【0053】この正極性駆動と負極性駆動とを比較する。インク粒子の速度は、正極性での速度を v_1 、負極性での速度を v_2 とすると、 $v_2 > v_1$ となる。

【0054】次に、ピエゾ素子23が、インクを押し始める時の、ノズル内でのメニスカスとノズル出口までの体積 $V1A$ とし、ピエゾ素子23の変位体積をノズル部分に換算したものを $V1P$ とする。

【0055】インク粒子の体積 $V1$ は、正極性駆動では、 $V1 = V1P$ となる。即ち、メニスカスは、ノズル出口から引き込まれないので、 $V1A = 0$ となる。一方、負極性駆動の場合は、 $V1 = V1P - V1A$ となる。従って、負極性駆動の方がインク粒子の体積は小さくなる。

40 【0056】インク粒子の持つ運動エネルギー E は、 $E = 0.5 \cdot m \cdot v^2$ で表される。負極性駆動は、正極性駆動に比べて、質量 m は少し小さくなり、速度 v はかなり大きくなるため、トータルとしての運動エネルギー E は少し大きくなる。即ち、負極性の方が、圧電アクチュエータ23への入力エネルギーから、インク粒子の運動エネルギーへの変換効率が良いことになる。

【0057】更に、負極性駆動の場合は、インクがノズル21内で加速されるため、インク粒子の飛翔方向が、正極性駆動よりも安定する。従って、インクジェットでは、正極性駆動より負極性駆動の方が望ましい。

【0058】この点で、本発明では、負極性駆動が可能である。勿論、正極性駆動の適用を妨げるものではない。

い。尚、この実施例でも、 d_{11} モードの駆動例を示しているが、 d_{11} モードでも同様の効果が得られる。

【0059】図6は本発明のインクジェットヘッドの第2の変形例断面図である。

【0060】図6において、図3で説明したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例では、加圧板22を各圧力室26毎に設けている。これにより、加圧板22の相互の干渉を防止している。勿論、加圧板22に対応して、個々にピエゾ素子23を設けている。

【0061】図7は本発明のインクジェットヘッドの第3の変形例断面図である。

【0062】図7において、図3で説明したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例では、加圧板22を各圧力室26毎に設けている。これにより、加圧板22の相互の干渉を防止している。又、加圧板22に対応して、個々にピエゾ素子23を設けている。更に、弾性部材24-2にスリット29を設けている。これにより、弾性部材24-2を2つの弾性部材に分割している。

【0063】このため、弾性部材の隣の圧力室と分離でき、弾性部材の相互干渉を防止できる。しかも、剛性の高い壁24-2は隣の圧力室と共有できる。

【0064】これらの実施例において、弾性部材24-2を、弾性を有する接着剤により形成することもできる。

【0065】図8は本発明のインクジェットヘッドの第4の変形例断面図である。

【0066】図8において、図3で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。

【0067】図8に示すように、壁部材24は、剛性の高い壁24-1とベローズ31とで構成されている。ベローズ31は、金属製である。この実施例は、図3の弾性部材24-2として、ベローズ31を用いたものである。この実施例でも、図3に示したものと同様の作用効果を奏する。

【0068】図9(A)及び図9(B)は本発明のインクジェットヘッドの第5の変形例構成図である。図9(A)はその断面図、図9(B)はその上面図である。

【0069】図9(A)及び図9(B)において、図2で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例では、壁部材を構成する弾性部材24の側面外側に、一対のピエゾ素子23を配置したものである。ピエゾ素子23の一端は、加圧板22に、他端はノズル板20に接続されている。

【0070】この構成の動作を説明する。ピエゾ素子23を収縮させて、加圧板22をノズル板20側に引きつけ、圧力室26内の圧力を上昇させる。これにより、インクを噴射する。

【0071】この構成では、図2に示したものと同様の

効果を奏する。更に、ヘッドの厚みを薄くできる。

【0072】図10(A)及び図10(B)は本発明のインクジェットヘッドの第6の変形例構成図である。図10(A)はその断面図、図10(B)はその上面図である。

【0073】図10(A)及び図10(B)において、図2で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例では、壁部材を構成する両弾性部材24の内側に、ピエゾ素子23を配置したものである。ピエゾ素子23の一端は、加圧板22に、他端はノズル板20に接続されている。

【0074】この構成の動作を説明する。ピエゾ素子23を収縮させて、加圧板22をノズル板20側に引きつけ、圧力室26内の圧力を上昇させる。これにより、インクを噴射する。

【0075】この構成では、図2に示したものと同様の効果を奏する。これとともに、ヘッドの厚みを薄くできる。

【0076】図11(A)及び図11(B)は本発明のインクジェットヘッドの第7の実施例構成図である。図11(A)はその断面図、図11(B)はその上面図である。

【0077】図11(A)及び図11(B)において、図2で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例では、壁部材を構成する弾性部材24の側面に、一対のピエゾ素子23を設けている。このピエゾ素子23は、 d_{11} モード(横ずれモード)で使用する。ピエゾ素子23の一方の側面は、加圧板22に、他方の側面は、取り付け部材32を介してノズル板20に接続する。

【0078】ピエゾ素子23に電圧を印加すると、図の矢印方向に横ずれを起こして、加圧板22をノズル板20方向に変位させる。これにより圧力室26の圧力を高めて、インクを噴出する。

【0079】この構成では、図2に示したものと同様の効果を奏するとともに、ヘッドの厚みを薄くできる。

【0080】図12(A)及び図12(B)は本発明のインクジェットヘッドの第8の変形例構成図である。図12(A)はその断面図、図12(B)はその上面図である。

【0081】図12(A)及び図12(B)において、図2で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例では、ピエゾ素子23は、 d_{11} モード(横ずれモード)で使用する。2枚のピエゾ素子23を貼り付け、左右の側面に設けた取り付け部材33を介して図示しないヘッドの支持部材に固定する。

【0082】ピエゾ素子23に電圧を印加すると、図の矢印方向に横ずれを起こす。これにより、ピエゾ素子23の貼り合わせ部分が上方に変位して、加圧板22をノズル板20方向に変位させる。これにより圧力室26の

11

圧力を高めて、インクを噴出する。この構成でも、図2で示したものと同様の効果を奏する。

【0083】図13(A)、(B)は本発明のインクジェットヘッドの第9の変形例構成図であり、図13(A)はその断面図、図13(B)はその斜視図である。図14(A)、(B)、(C)はその動作説明図である。

【0084】図13(A)、図13(B)において、図2で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例では、図2の構成において、インク供給口27を弾性部材で構成された壁部材24に設けてある。

【0085】図14(A)、(B)、(C)により動作を説明する。一般に、加圧板22が変位して、インクを押し始めると、インクの一部は、供給口27を通して、図示しないインク供給タンクの方へ逆流してしまう。逆流する量はエネルギーの損失となるため、できるだけ少ない方が望ましい。

【0086】図14(B)、図14(C)に示すように、加圧板22によりインクを押し出す時は、壁部材24が収縮されるため、壁部材24の供給口27の断面も狭くなる。断面が狭くなると、流路抵抗が増えるため、インクは逆流しにくくなる。

【0087】一方、インクを圧力室26内に吸引する時は、壁部材24は伸びるため、供給口27の断面は広がり、流路抵抗は小さくなる。これにより、インクは短時間で圧力室26内に流れ込む。

【0088】このように、壁部材24内に供給口27を設けることにより、供給口27自体に弁の機能を持たせることができる。このため、損失エネルギーを低減することができるため、インク噴射エネルギーを増加できる。尚、供給口27の断面の内、狭くなる時の寸法は、加圧板22の変位量(約1 μ m)の数倍以下とすると良い。

【0089】図15(A)及び(B)は本発明のインクジェットヘッドの第10の変形例断面図であり、図15(A)その正面断面図、図15(B)はその横断面図である。

【0090】図15(A)、図15(B)において、図3で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例は、図3の構成において、インク供給口27を弾性部材24-2内に設けたものである。

【0091】この変形例においても、加圧板22によりインクを押し出す時は、弾性部材24-2が収縮される。これにより、壁24-2の供給口27の断面も狭くなる。断面が狭くなると、流路抵抗が増えるため、インクは逆流しにくくなる。

【0092】一方、インクを圧力室26内に吸引する時は、弾性部材24-2は伸びるため、供給口27の断面は広がる。これにより、流路抵抗は小さくなるため、インクは短時間で圧力室26内に流れ込む。

12

【0093】このように、弾性部材24-2内に供給口27を設けることにより、供給口27自体に弁の機能を持たせることができる。このため、損失エネルギーを低減できるため、インク噴射エネルギーを増加できる。

【0094】図16(A)及び図16(B)は本発明のインクジェットヘッドの第11の変形例断面図であり、図16(A)その正面断面図、図16(B)はその横断面図である。

【0095】図16(A)及び図16(B)において、図7で示したものと同一のものは、同一の記号で示してある。この変形例は、図7の構成において、インク供給口27を弾性部材24-2内に設けたものである。

【0096】この変形例においても、加圧板22によりインクを押し出す時は、弾性部材24-2が収縮される。このため、弾性部材24-2の供給口27の断面も狭くなる。断面が狭くなると、流路抵抗が増えるため、インクは逆流しにくくなる。

【0097】一方、インクを圧力室26内に吸引する時は、弾性部材24-2は伸びるため、供給口27の断面は広がる。これにより、流路抵抗は小さくなって、インクは短時間で圧力室26内に流れ込む。

【0098】このように、弾性部材24-2内に供給口27を設けることにより、供給口27自体に弁の機能を持たせることができる。このため、損失エネルギーを低減できるため、インク噴射エネルギーを増加できる。

【0099】以上の変形例においても、弾性部材24-2を弾性を有する接着剤により形成できる。

【0100】上述の実施例の他に、本発明では、図13(A)乃至図16(B)で示した変形例においても、図4乃至図5で説明した正極性駆動法及び負極性駆動法を利用できる。又、図13(A)乃至図16(A)で説明した変形例においても、図8乃至図12で説明した変形例の構成を適用できる。

(b) マルチノズルヘッドの説明

図17は本発明のマルチノズルヘッドの分解図、図18はその断面図、図19はその分解断面図である。

【0101】図17に示すように、マルチノズルヘッドは、ノズルプレート40と、流路プレート41と、弾性プレート42と、加圧プレート43と、ホルダー44と、圧電アクチュエータ45とを有する。

【0102】図18及び図19に示すように、ノズルプレート40は、多数のノズル40-1を有する。図の例では、1列16個のノズルが、4列形成されている。流路プレート41は、前述の剛性の高い部材24-1を構成する。この流路プレート41は、各圧力室46及び共通インク室48を形成する。弾性プレート42は、前述の弾性部材24-2である。加圧プレート43は、個々の加圧板22を形成する。ホルダー44は、圧電アクチュエータ45を保持するとともに、ノズルプレート40、流路プレート41、弾性プレート42、加圧プレ

ト43とが固定される。

【0103】図18に示すように、この流路プレート41には、圧力室46と共通インク室48とを接続するインク供給口47が設けられている。従って、このマルチノズルヘッドは、図3及び図6の実施例のヘッドをマルチノズルに形成したものである。

【0104】次に、マルチノズルヘッドを構成する各プレートの形成方法について説明する。先ず、弾性プレート42について説明する。

【0105】図20は、弾性プレートの製作するためのスクリーン印刷法の説明図、図21は、弾性プレートを製作するためのオフセット印刷法の説明図である。

【0106】弾性プレートを形成する際の問題点は、均一な厚みに形成することである。又、大量生産においても、均一な厚みに形成することが要求される。本発明では、この弾性プレートを、液体弾性材を使用して、作成するようにした。

【0107】図20に示すように、ノズルプレート40上に流路プレート41を接着する。この流路プレート41の加圧プレート側の面に、スクリーン印刷用のメッシュ81を設ける。そして、メッシュ81を介して弾性材料82を、ブレード（スキージ）80によりなぞる。これにより、弾性材料82の均一な塗布を行う。

【0108】弾性材料82は、圧力室の周囲に塗布する。その後、加圧プレート43を塗布面に位置合わせして、塗布面に乗せて、加圧する。更に、常温或いは高温（120°C程度）にて硬化して、且つ接着する。これにより、弾性プレート42が形成される。

【0109】この弾性材料82としては、硬化後のヤング率が $1 \times 10^5 \text{ Pa} \sim 1 \times 10^8 \text{ Pa}$ 程度のゴム又は樹脂が好ましい。この実施例では、ヤング率が、 $9.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ のシリコンゴムを用いている。塗布時の粘度は、200cPで行った。又、弾性層の厚さは、10 μm となるように、メッシュを選択した。

【0110】このように、スクリーン印刷により、弾性層82を形成することができる。

【0111】図21は、オフセット印刷により弾性層を形成する例を示すものである。図21に示すように、ホッパー23内に液状の弾性材料を満たす。この弾性材料と親和性（濡れ性）の高いローラ群84-1～84-3を介して塗布ローラ84-4上に、一定の厚さの弾性材料の液体層を形成する。その後、ノズルプレート40上に流路プレート41を乗せたものを、矢印方向に移動させる。これにより、流路プレート41上に、液状の弾性層が形成される。その後、加圧プレート43を塗布面に位置合わせして、塗布面に乗せて、加圧する。更に、常温或いは高温（120°C程度）にて硬化して、且つ接着する。このようにして、オフセット印刷法により、弾性層82を形成できる。

【0112】このようにして、液体弾性材料を流路プレ

ート41上に塗布することにより、流路プレート41上に弾性層を形成することができる。このため、均一な厚さの弾性層を容易に作成できる。又、印刷という手法をとるため、大量生産に適している。

【0113】更に、より厚さを均一にする方法について述べる。前述の方法では、弾性材料が液状の状態、加圧プレート43を乗せて、弾性材料を硬化させる方法である。この弾性材料が液状のままでは、弾性層の厚さの制御が困難である。そこで、液状の弾性材料を流路プレート41上に塗布した後、いったん硬化する。これにより、加圧プレート43を押圧しても、弾性材料が流れ出さなくなっているから、弾性材料上に接着材を塗布する。そして、加圧プレート43を押圧したまま硬化する。

【0114】これにより、加圧プレート43と、流路プレート41とは接着し、加圧プレート43の押圧解除後は、弾性層は当初の硬化した厚さに戻る。このため、均一な厚みの弾性層を形成することができる。この接着材としては、弾性層に利用した弾性材料を使用することもできる。

【0115】このように、弾性層を一度硬化する工程を設けることにより、弾性層の厚みをより均一にすることができる。

【0116】図22は、本発明の他の厚みを均一にする方法の説明図である。

【0117】図22に示すように、液状弾性材料42に、最大粒径が、所望の膜厚と等しい粒子42-1を混合する。即ち、最大粒径が所望の膜厚と等しくなるように、予めフィルタリングした粒子42-1を用意する。この粒子42-1を液状弾性材料42と混合し、充分に分散させる。この粒子42-1をスプレーサとして利用する。これにより、加圧しても、弾性層の厚みは、最大粒径以下にはならない。その結果、薄く均一な厚さの弾性層を形成できる。

【0118】例えば、最大粒子径が、10 μm のSiO₂粒子を、一液性シリコンゴムに、30パーセント混合する。これを、流路プレート41に、スクリーン印刷する。その後、樹脂フィルム製の加圧プレート43を張り付けた後、120°Cで加熱して、硬化した。このようにして、弾性層42の厚みを、10 μm とすることができる。この粒子42-1としては、SiO₂、TiO₂等の無機材料或いはポリスチレン、ポリカーボネート等の有機材料を用いることができる。又、粒子の含有率は、5wtパーセント～60wtパーセントが適当である。

【0119】この方法は、弾性層42の厚みは、10 μm 以下にならないため、負極性駆動に適している。

【0120】次に、流路プレートについて説明する。

【0121】図23は圧力室の圧力分布説明図、図24は本発明の流路プレートの説明図である。

【0122】図23に示すように、圧電アクチュエータ45の発生圧力により、圧力室に圧力Qが発生する。この圧力Qにより、流路プレート41に撓みを生じる。この撓みのため、ノズルから飛翔すべきインクの体積が損失する。このため、効率の良いインクの粒子化が困難となる。

【0123】この撓みを最小とする流路プレートの材料について説明する。図24に示すように、流路プレート41の厚みを「h」とし、その幅を「b」とし、圧力室の高さを「l」とし、圧力室内の発生気圧を「Q」とし、流路プレート41の弾性率を「E」とし、インク噴射体積を「V」とする。そして、インク噴射体積に対する流路プレート41の撓みによる損失の係数を「k」とする。

【0124】ここで、流路プレート41の撓みによる損失体積は、 $k \cdot V$ で示される。この損失体積は、次の式により定義される。

$$【0125】 kV \geq 6 \cdot Q b l^3 / 5 \cdot E h^3$$

この式において、流路プレート41の厚みh、幅b、高さl、弾性率Eを、 $k=0.01$ 以下となる関係を満足するように選定する。このようにすると、損失体積を1パーセント以下に抑えることができる。

【0126】例えば、360dpiの印字が可能なインクジェットプリンタを考えてみる。このプリンタの圧力室のパラメータとして、発生圧力 $Q=15$ 気圧、 $b=1$ mm、 $l=100\mu\text{m}$ 、 $h=92\mu\text{m}$ とする。この流路プレート41として、感光性樹脂等を用いた場合には、その最も弾性率の高い樹脂でも、弾性率Eは、4ギガPaである。従って、5.78p1の損失を生じる。このため、1ドットを紙面に形成するのに必要なインク粒子体積を100p1とすると、105.78p1の圧力室の体積変化が必要となる。即ち、効率が悪い。

【0127】この圧力室の形状に対し、流路プレート41の撓みによる体積損失を、100p1に対し、1パーセント以下とするには、23ギガPa以上の弾性率の部材が必要である。

【0128】このような弾性率を有する材料としては、感光性ガラス、ステンレス等の金属材料、セラミックス等が考えられる。それぞれの弾性率Eと損失体積kVを計算する。感光性ガラスは、 $E=70$ ギガPaであるから、 $kV=0.33$ p1となる。ステンレス材は、 $E=200$ ギガPaであるから、 $kV=0.0036$ p1となる。セラミックスは、その最も弾性率の低いものでも、 $E=10,000$ ギガPaであるから、 $kV=0.0000072$ p1となる。

【0129】従って、これらの材料を用いることにより、損失体積の少ない、効率良いインク粒子化が可能となる。

【0130】この金属部材は、電気鋳造法やエッチング法やプレス等の機械加工法により加工できる。ガラス

は、紫外線感光性ガラスにより加工できる。セラミックスの場合には、これを焼成する前に、機械加工等により加工した後、焼成することにより、加工できる。このような加工法を適用することにより、高精度のバターニングが可能となる。

【0131】図25は本発明の他の流路プレートの説明図である。

【0132】流路プレート41の高さhが高い場合には、流路プレート41を複数のプレート410に分割して、積層するやり方が良い。即ち、プレートを前記した加工法によりバターニングする場合に、その高さは、薄い方がバターニングの精度が向上するからである。

【0133】この例では、流路プレート41を、3層のプレート410に分割している。そして、これらのプレート410を接合する。ここでは、プレート410の積層後に、メッキ層411で覆うことにより、多層の接合を実現している。

【0134】又、メッキの接合を行う前に、各プレート410を積層した後、スポット溶接や接着等が仮接合すると良い。これにより、メッキ工程での位置ずれを防止できる。

【0135】このようにして、損失体積を1パーセント以下とする流路プレートを作成することにより、効率の良いインク粒子化が可能となる。

【0136】次に、加圧プレートについて説明する。

【0137】図26(A)及び図26(B)は本発明の加圧プレートの説明図、図27(A)及び図27(B)はその個々の加圧板の説明図である。

【0138】ノズルが多数個配列された印字ヘッドにおいては、ノズル数だけ、圧力室及び加圧板が必要である。加圧板は、個々のノズルに分割した方が、個々の圧力室を独立に加圧できるため、望ましい。しかし、圧力室毎に別々の独立した加圧板を接合する方法は、製造上の困難さを伴う。そこで、この実施例では、製造が容易で且つ圧力室を個々に独立に加圧できる加圧プレートを提供する。

【0139】図26(B)は加圧プレート43の上面図であり、図26(A)は、そのX-X'断面図である。図27(A)及び図27(B)に示すように、個々の加圧板22は、その短辺の中央において、共通保持体430に、細いリブ431で接続されている。

【0140】図27(A)に示すように、個々の加圧板22は、図の破線で示す部位を圧電アクチュエータにより押される。この場合に、図27(B)に示すように、リブ431が変形して、圧力室46内のインクに圧力を加えることができる。

【0141】このようにして、個々のノズルに対応する加圧板22が、加圧板22より細い少なくとも2つのリブ431を介して共通保持体430に保持されるため、部品としては、一体化される。これにより、加圧プレ

ト43の接合作業が容易になる。

【0142】このリブ431の変形により、リブ431に応力が集中する。このため、応力を、リブの破断強度より低い値となるように設計する。又、リブ431が引っ張られる方向は、加圧板22の長辺方向であるため、短辺方向に配列した圧力室上の加圧板22の変位には影響にくい。

【0143】この加圧板22は、リブ431、及び共通保持体430を、同一の部材で構成すると良い。ヤング率が、数ギガPa以上の硬めの樹脂フィルムを用いる。この樹脂フィルムを、型抜きやレーザー加工等でパターンニングすることにより、図26(B)に示す構造の加圧プレート43を得ることができる。樹脂フィルムとしては、ポリエチレンテレフタレート(PET)やポリエチレンナフタレート(PEN)等を用いることができる。

【0144】例えば、厚さ0.1mmのPENフィルムを用いる。圧力室サイズを1.1mm×0.19mmとし、圧電アクチュエータが加圧板22を押す面積(図27(B)における破線内の面積)を、1mm×0.1mmとする。更に、加圧板22のサイズを、1.2mm×0.26mmとし、弾性層42の厚みを10μmとし、弾性層のヤング率を、 1.5×10^4 Paとして、有限要素法により応力計算を行ってみた。

【0145】この計算によれば、リブ431の幅を、0.04mmとし、長さを0.02mmとすると、応力は 3×10^7 Paとなる。従って、リブ材料の破断強度は、 2×10^8 Paであるから、充分に応力に耐えうる。

【0146】図26(A)及び図26(B)に示すように、加圧プレート43は、共通インク室48の壁を兼ねることができる。これにより、共通インク室48は、圧力室46と同様に、開放状態に製作しておけば良い。即ち、共通インク室48も加圧プレート43の接着によって、共に封じられる。従って、加圧板22の接着とともに、共通インク室48も同時に形成できる。

【0147】図28は、本発明の他の加圧プレートの説明図である。

【0148】図28に示すように、リブ431の厚みを、加圧板22及び共通保持体430より薄くしたものである。圧力室46内のインクを加圧して、所定体積のインクをノズルから噴射させる時には、加圧板22が硬く、変形しにくいことが必要である。即ち、最小限度の変位量で所定量のインクを飛翔させるためには、加圧する圧電アクチュエータの変位効率を高めることが必要である。

【0149】このためには、加圧板22が硬く、変形しにくいことが必要である。これにより、加圧板22と圧力室の間の弾性層が主に変形することになる。加圧板22を硬くすると、一体成形されたリブ431も硬くなる。このため、リブ431が変形しにくくなる。

【0150】そこで、リブ431の厚みを減らして、断面積を小さくする。これにより、リブ431が変形し易く、且つ硬い加圧板22が得られる。

【0151】d31変位モードの圧電アクチュエータを利用する場合には、このような加圧板22は、絶縁体であることが望ましい。d31変位モードの圧電アクチュエータは、図18に示す圧電アクチュエータの側面に、電極が設けられる。圧電アクチュエータの先端部を加圧板22に接着するため、加圧板22が金属である場合には、ショートする危険がある。このため、加圧板22は、絶縁体であることが望ましい。例えば、樹脂フィルムは、良好な絶縁体であるため、加圧板22の材料として好ましい。

【0152】この電氣的ショートを防止する方法として、圧電アクチュエータの先端付近には、電極を形成しない方法も考えられる。しかし、圧電アクチュエータに所定の活性長を確保するためには、その分圧電アクチュエータの長さが長くなり、製造上不利である。

【0153】又、加圧板22は、透明である方が、製造上都合が良い。圧力室と加圧板22を弾性接着剤で接着する時には、硬化後の弾性層の厚みを所定値(10μm~20μm)に保つ必要がある。この接着時の加圧には、注意を要する。加圧のし過ぎは、接着剤のはみ出しにつながり、加圧不足は、不完全接着をもたらす。このため、接着条件を検討する際に、加圧板22が透明であると、接着状態を把握できる。

【0154】図29(A)及び図29(B)は、本発明の別の加圧プレートの説明図である。図29(A)及び図29(B)に示すように、共通インク室48を形成する共通保持体430の壁を成す部分に、薄膜部432を設けている。この薄膜部432は、圧力ダンパーを形成する。

【0155】加圧板22で圧力室46内のインクを加圧した場合に、インクはノズルから飛翔する。これとともに、インク供給口47から共通インク室48にも、インクが噴射される。この時、共通インク室48の圧力が増加して、他の圧力室46内に、圧力変動を誘起する。これが、クロストークの原因となる。

【0156】この圧力変動を防止するため、共通インク室48内に圧力ダンパーを設ける必要がある。この実施例では、共通保持体430の一部をレーザー加工又はエッチング加工して、薄膜部432からなる圧力ダンパーを形成する。

【0157】この圧力ダンパーの設計は、以下のように行う。

【0158】ヤング率E、長さl、幅w、厚さtの圧力ダンパーに、等分布荷重pが加わった時の体積変位Vは、下記式で示される。

$$【0159】V = 0.151 p l w^3 / E t^3$$

これにより、圧力ダンパーの音響容量Cdは、下記式で

示される。

【0160】

$$C_d = \Delta V / \Delta p = 0.151 \cdot l w^3 / E t^3$$

一方、ノズルの音響容量 C_n のオーダーは、 $1/10^{14}$ ～ $1/10^{16}$ である。このため、10～30ノズル同時噴射時の圧力変動を1パーセント以下にするためには、圧力ダンパーの音響容量 C_d のオーダーは、 $1/10^{11}$ ～ $1/10^{13}$ とする必要がある。

【0161】従って、圧力ダンパーの音響容量 C_d のオーダーが、 $1/10^{11}$ ～ $1/10^{13}$ となるように、圧力ダンパーのヤング率 E 、長さ l 、幅 w 、厚さ t を決定する。

【0162】図30は本発明の他の圧力ダンパーの構成図である。

【0163】図30に示すように、共通インク室48を形成する加圧プレート43の壁の一部に、穴を設ける。この穴を塞ぐように、薄いフィルム610を一液型シリコーンゴム611ではりつけた。これにより、圧力ダンパーを形成している。

【0164】フィルム610は、PETで構成されている。PETのヤング率は、 4×10^9 Paであり、厚さ $6 \mu m$ 、面サイズが、 $3.764 \times 0.46 mm^2$ であった。このヘッドにおいて、クロストークを調査した。その結果、速度変動、噴射率変動とも、 ± 10 パーセント以下であった。

【0165】このフィルム610としては、PETの他に、PI（ポリイミド）等の高分子材料や、Ni、Al、SUS等の金属材料を利用できる。

【0166】図31は本発明の更に他の圧力ダンパーの構成図である。

【0167】共通インク室48を形成する加圧プレート43の壁の一部に、穴を設ける。この穴を塞ぐように、薄いフィルム610を設けた。このフィルム610として、厚さ $10 \mu m$ のPETに、ホットメルト接着剤（エチレン酢酸ビニル共重合体）を $2 \mu m$ 塗布したものをを用いた。このフィルム610を、 $150^\circ C$ 、 $5 kg/cm^2$ 、 $5 sec$ の条件で熱融着して、圧力ダンパーを形成した。

【0168】図32は本発明の別の圧力ダンパーの構成図である。

【0169】共通インク室48の壁に、加圧板22とともに加圧プレート43に設けられた圧力ダンパー板613を設けたものである。加圧プレート43は、厚さ $5 \mu m$ のPIフィルムに、圧力室に対応して、SUS製の加圧板22を設けたものをを用いた。この実施例では、加圧プレート43の共通インク室を形成する部分がフィルムのため、加圧プレート43を加工することなく、圧力ダンパーを形成することができる。

【0170】次に、圧電アクチュエータ45について説明する。

【0171】図33は本発明の圧電アクチュエータの斜視図、図34は図33の圧電アクチュエータのためのリードフレームの平面図、図35は図34のリードフレームの斜視図、図36は本発明の圧電アクチュエータの組み立て構成図、図37はその電極構造の説明図である。

【0172】圧電アクチュエータは、個々のノズルに対応して形成する必要がある。一般に、このような圧電アクチュエータは、圧電体を多層に積層して、形成していた。しかし、圧電体を多層に積層する方法は、製造コストがかかるという問題がある。従って、単層の圧電体で、個々のノズルに対応した形状の圧電アクチュエータを形成することが望ましい。

【0173】一方、前述した弾性層を有するインクジェットヘッドにおいては、圧電アクチュエータの変位量は少なく済む。このため、単層の圧電体を使用できる。図33に示すように、単層の圧電体ブロック45に、各ノズルに対応した多数の圧電体エレメント451が形成されている。

【0174】この圧電体エレメント451は、次のようにして形成される。まず、ダイシングソーにより矢印A方向から圧電体ブロック45に多数の切り込みを入れて、各圧電体エレメント451を形成する。これにより、圧電体エレメント451の全体は、1列の櫛の形状をなす。次に、矢印B方向から圧電体ブロック45の中央に、切り込みを入れて、溝450を形成する。これにより、2列の圧電体エレメント451群が形成される。

【0175】このように、圧電体ブロック45を切り込むことにより、ノズル2列の圧電体エレメント451を形成できる。この圧電アクチュエータ45は、各圧電体エレメント451が、単層構造のため、積層型圧電体より低価格で製造できる。又、圧電体そのものが、櫛の形状をなしているため、強度が強く且つ高集積化が可能となる。

【0176】このような構造の圧電アクチュエータは、電極の取り出し構造が容易となる。即ち、図37に示すように、圧電体エレメント451の両面に、メッキにより電極451-1、451-2を形成する。これにより、各圧電体エレメント452の側面に、電極が形成され、 d_{31} モードの駆動が可能となる。

【0177】この電極の取り出しは、図34及び図35に示すように、リードフレーム50を用いる。即ち、図34に示すように、中央に、共通電極500を設け、且つ中央から伸びる複数の個別電極501、502を設ける。図34に示すように、カット位置CUT-1でカットして、独立したリードフレームとした後、図35に示すように、圧電ブロック45の幅に合わせて、このリードフレーム50を折り曲げる。

【0178】次に、図34に示すカット位置CUT-2でカットする。これにより、リードフレーム45は、共通電極500の先端と、個別電極501との先端が分離

される。その後、図36に示すように、圧電体ブロック45の中央溝450に、リードフレーム50の共通電極500をはめ込み、そして、リードフレーム50を溝450の下端まで下ろし、仮固定する。

【0179】この時、図37に示すように、共通電極500の先端は、各圧電体エレメント451の第1の電極451-1に、接触するように、各個別電極501の先端は、各圧電体エレメント451の第2の電極451-2に、接触するように位置決めしておく。この共通電極500および個別電極501の先端には、予め半田がコートされている。

【0180】この状態において、圧電体ブロック45を近赤外線ランプの下にもっていく。そして、前記電極の接触部分に、ランプの焦点があたるようにしておいて、近赤外線ランプの光を照射する。この時、近赤外線ランプは、圧電素子に影響を与えないように、焦点型とすることが望ましい。又、長時間照射すると、圧電素子の劣化を引き起こすため、照射時間は、1秒〜60秒とすることが望ましい。

【0181】このようにして、近赤外線ランプの光を照射することにより、予めコートしてあったリードフレーム50の半田が溶ける。これにより、共通電極500の先端は、各圧電体エレメント451の第1の電極451-1に、各個別電極501の先端は、各圧電体エレメント451の第2の電極451-2に、接着される。

【0182】その後、図34に示したリードフレーム50をカット位置CUT-3でカットする。このようにすると、圧電体ブロック45の両側面を利用して、リードを引き出すことができるため、圧電アクチュエータ45の小型化が可能となる。又、非接触の近赤外線ランプにより、接着するため、半田こてを用いる方法より、簡易に接着できる。

【0183】図38は、本発明のマルチノズルヘッドの横断面図、図39は、本発明のマルチノズルヘッドの側面図である。

【0184】図38に示すように、前述のように形成された圧電アクチュエータ45は、ホルダー44に保持される。そして、圧電アクチュエータ45の各圧電体エレメント451は、加圧プレート43の加圧板22に接着される。又、図39に示すように、4列のノズル列のため、2個の圧電アクチュエータ45を並設する。

【0185】図40は本発明の他のリードフレームの説明図、図41は、本発明の他のリードフレームの接続状態説明図、図42はその電極構造を示す図である。

【0186】図40に示すように、共通電極512と、個別電極513が接続されたリードフレーム50を用意する。このリードフレーム50をカット位置CUTでカットする。そして、この共通電極512と個別電極513とを、前述の圧電体ブロック45に嵌め込む。この時、図42に示すように、共通電極512の先端は、各

圧電体エレメント451の第1の電極451-1に、接触するように、各個別電極513の先端は、各圧電体エレメント451の第2の電極451-2に、接触するように位置決めしておく。この共通電極500および個別電極501の先端には、予め半田がコートされている。

【0187】更に、図41に示すように、両共通電極512及び個別電極513は、圧電体ブロック45の同一面に取り出す。そして、共通電極512と個別電極513とを上下に重ねる。この両電極間にプラスチック等の絶縁物を挟み、両電極を絶縁する。

【0188】この際に、各リードフレーム512、513に半田コートし、圧電体ブロック45の接着したい場所に、仮止めする。その後、近赤外線ランプの光を照射して、接着する。更に、共通電極のリードフレーム512とリード514を接続線515で接続する。このようにすると、圧電体ブロック45の側面を用いて、リードを引き出すことができる。

(c) 他の実施例の説明

上述の実施例の他に、本発明では、次の変形が可能である。

【0189】①図20乃至図22で説明した弾性層の形成方法は、図2で説明した壁部材が、弾性層のみからなるヘッドにおいても、適用できる。

【0190】②同様に、図26以下で説明した加圧プレートは、図2で説明した壁部材が、弾性層のみからなるヘッドにおいても、適用できる。

【0191】以上、本発明を実施例により説明したが、本発明の主旨の範囲内で種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0192】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、次の効果を奏する。

【0193】①振動板の代わりに、湾曲しにくい加圧板22を圧電アクチュエータ23により駆動して、壁部材24を変形させるため、振動に伴う疲労破壊を防止できるとともに、サテライト粒子の発生も防止できる。

【0194】②又、振動板を湾曲させることなく、加圧板22を押し出すため、インク噴射エネルギーを高めることができる。

【0195】③しかも、圧電アクチュエータを加圧板22に固定しているため、負極性駆動が可能であり、これにより効率良くインクを噴射できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明の第1の実施例断面図である。

【図3】本発明の第1の変形例断面図である。

【図4】図4の構成における正極性駆動動作説明図である。

【図5】図4の構成における負極性駆動動作説明図である。

【図 6】本発明の第 2 の変形例断面図である。
 【図 7】本発明の第 3 の変形例断面図である。
 【図 8】本発明の第 4 の変形例断面図である。
 【図 9】本発明の第 5 の変形例構成図である。
 【図 10】本発明の第 6 の変形例構成図である。
 【図 11】本発明の第 7 の変形例構成図である。
 【図 12】本発明の第 8 の変形例構成図である。
 【図 13】本発明の第 9 の変形例構成図である。
 【図 14】本発明の第 9 の変形例動作説明図である。
 【図 15】本発明の第 10 の変形例断面図である。
 【図 16】本発明の第 11 の変形例断面図である。
 【図 17】本発明のマルチノズルヘッドの分解図である。
 【図 18】図 17 のマルチノズルヘッドの断面図である。
 【図 19】図 18 のマルチノズルヘッドの断面分解図である。
 【図 20】本発明の弾性層を形成するためのスクリーン印刷法の説明図である。
 【図 21】本発明の弾性層を形成するためのオフセット印刷法の説明図である。
 【図 22】本発明の他の厚みを均一にする方法の説明図である。
 【図 23】本発明の圧力室の圧力分布説明図である。
 【図 24】本発明の流路プレートの説明図である。
 【図 25】本発明の他の流路プレートの説明図である。
 【図 26】本発明の加圧プレートの説明図である。
 【図 27】図 26 の構成の加圧板の説明図である。
 【図 28】本発明の他の加圧プレートの説明図である。
 【図 29】本発明の別の加圧プレートの説明図である。
 【図 30】本発明の他の圧力ダンパーの構成図である。*

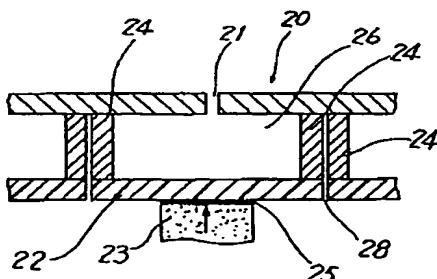
* 【図 31】本発明の更に他の圧力ダンパーの構成図である。
 【図 32】本発明の別の圧力ダンパーの構成図である。
 【図 33】本発明の圧電アクチュエータの斜視図である。
 【図 34】図 33 の圧電アクチュエータに用いるリードフレームの平面図である。
 【図 35】図 34 のリードフレームの斜視図である。
 【図 36】図 33 の圧電アクチュエータの組み立て構成図である。
 【図 37】図 36 の電極構造の説明図である。
 【図 38】本発明のマルチノズルヘッドの横断面図である。
 【図 39】本発明のマルチノズルヘッドの側面図である。
 【図 40】本発明の他のリードフレームの説明図である。
 【図 41】図 40 のリードフレームの接続状態説明図である。
 【図 42】図 41 の電極構造を示す説明図である。
 【図 43】第 1 の従来技術の説明図である。
 【図 44】第 2 の従来技術の説明図である。

【符号の説明】

20 ノズル板
 21 ノズル
 22 加圧板
 23 圧電アクチュエータ
 24 壁部材
 24-1 剛性の高い部材
 24-2 弾性層
 27 インク供給口

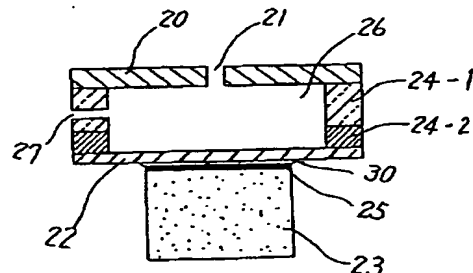
【図 2】

第 1 の実施例断面図



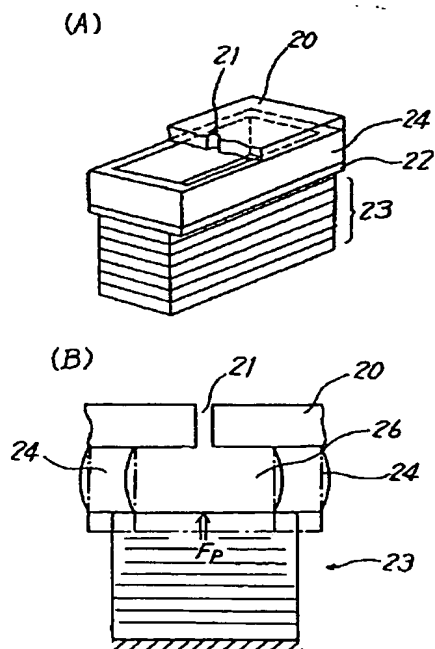
【図 3】

第 1 の変形例断面図



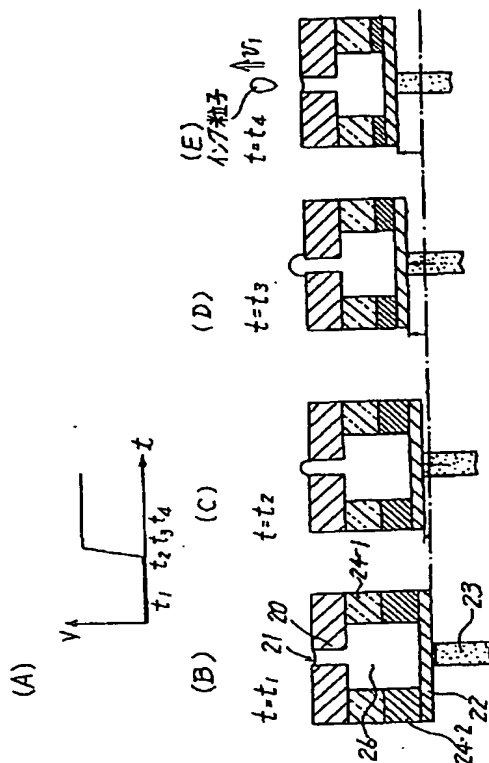
【図1】

本発明の原理図



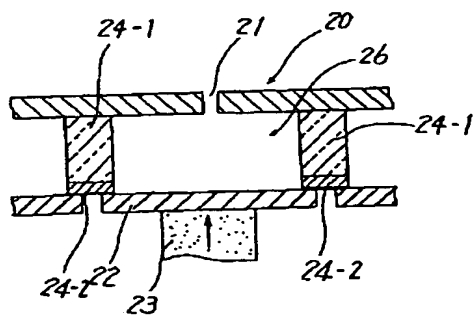
【図4】

正極性駆動動作説明図



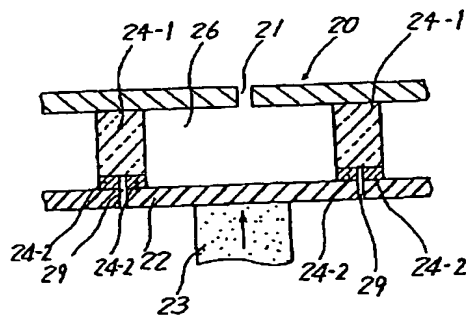
【図6】

第2の変形例断面図



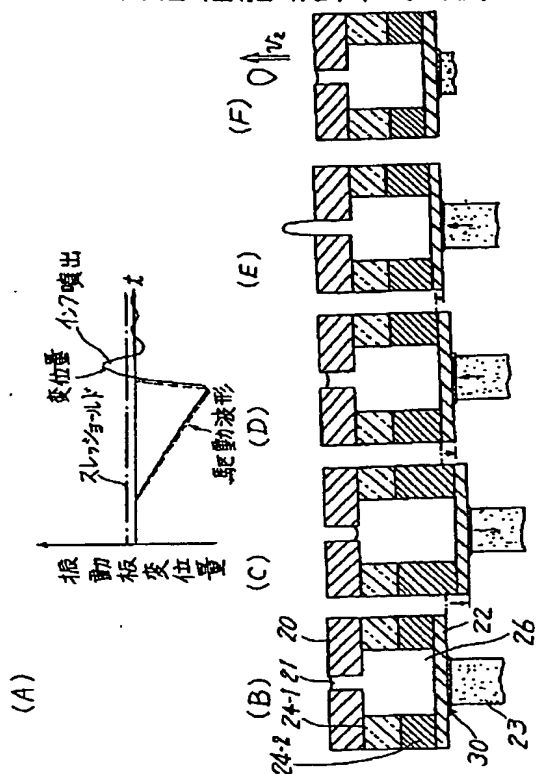
【図7】

第3の変形例断面図



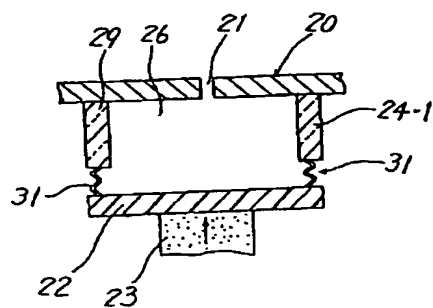
【図5】

負極性駆動動作説明図



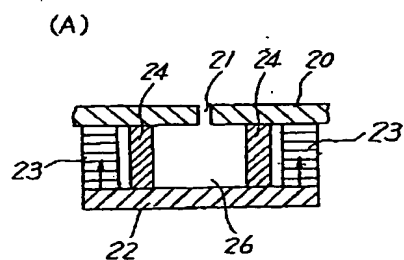
【図8】

第4の変形例断面図



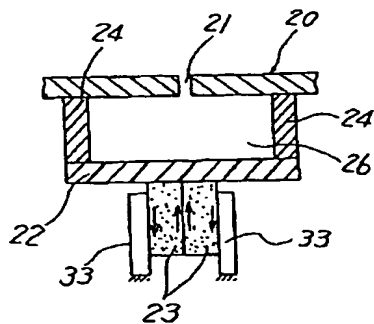
【図9】

第5の変形例構成図

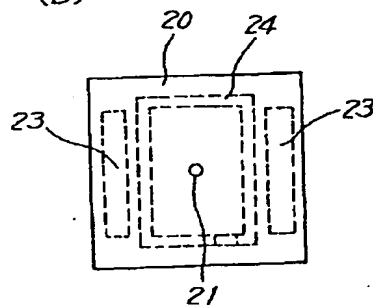


【図12】

第8の変形例構成図

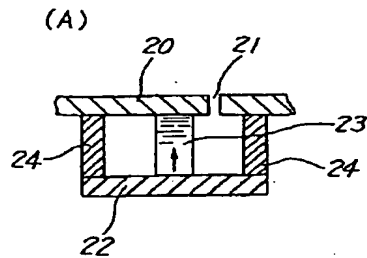


(B)

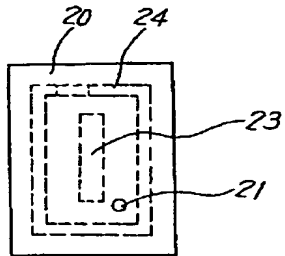


【図10】

第6の変形例構成図

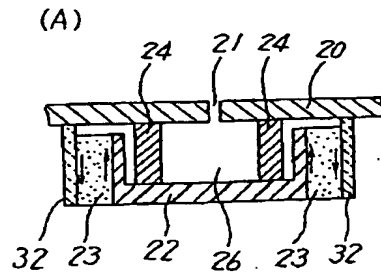


(B)

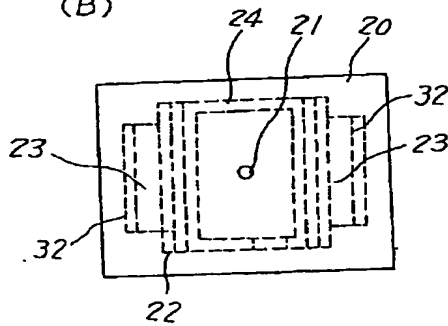


【図11】

第7の変形例構成図

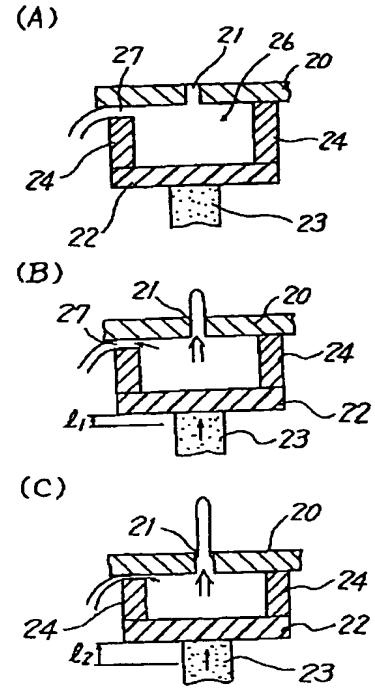


(B)



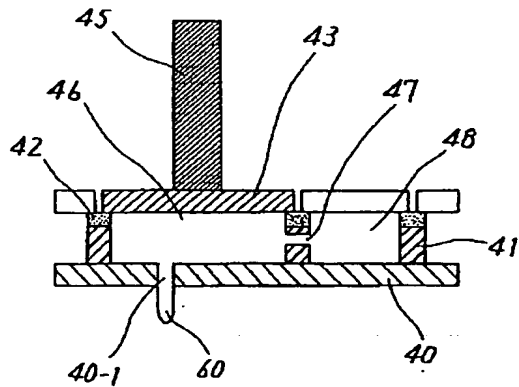
【図14】

動作説明図



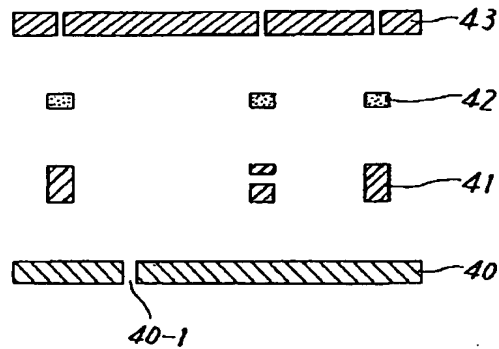
【図18】

マルチノズルヘッドの断面図



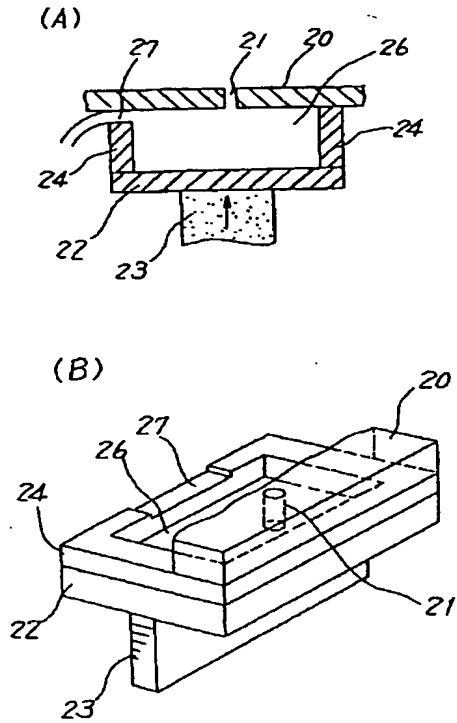
【図19】

断面分解図



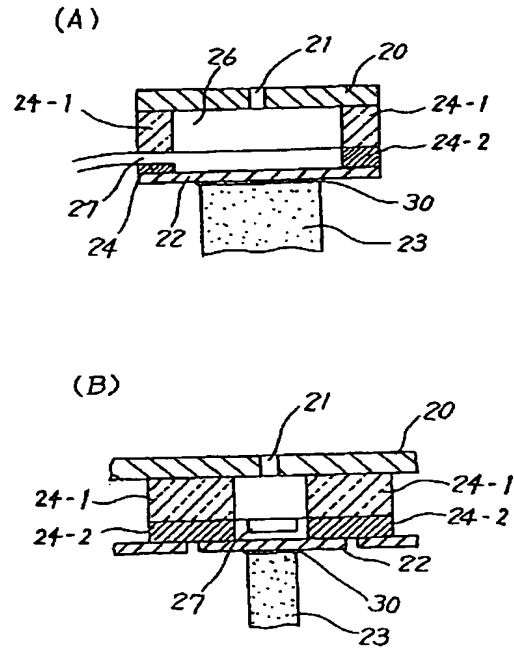
【図13】

第9の変形例構成図



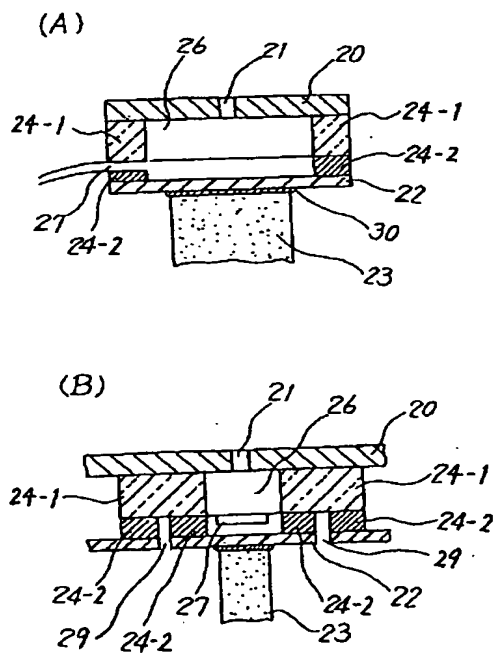
【図15】

第10の変形例断面図



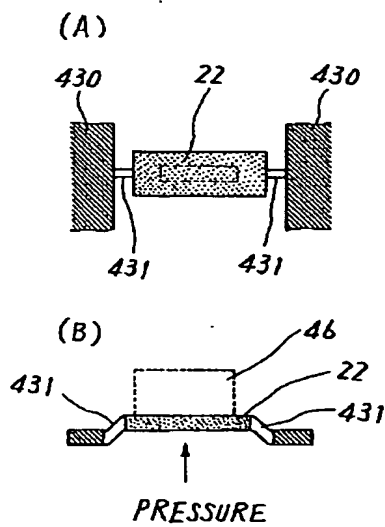
【図16】

第11の変形例断面図



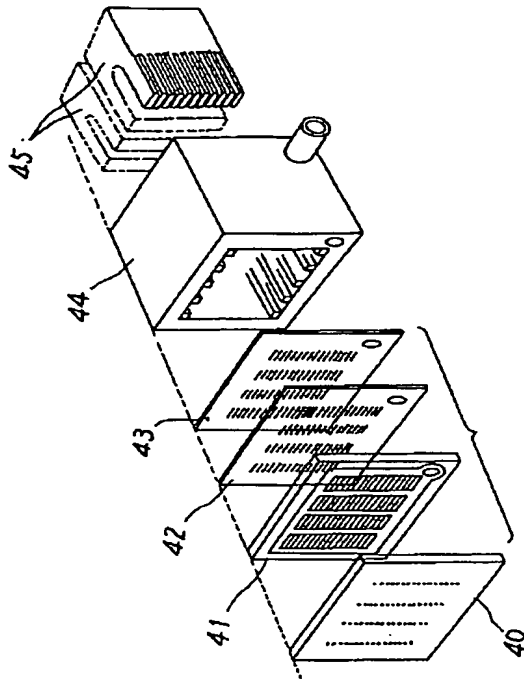
【図27】

加圧板の説明図



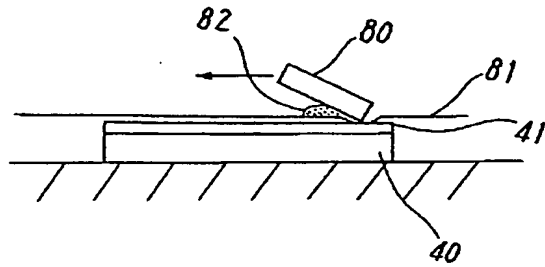
【図17】

マルチノズルヘッドの分解図



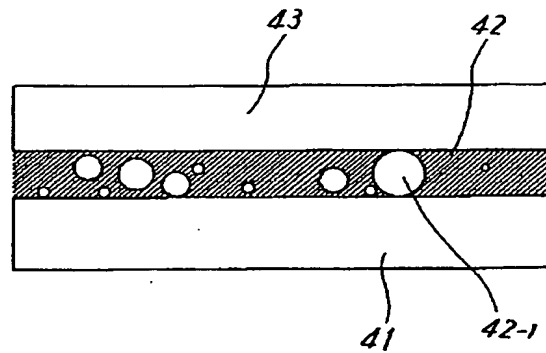
【図20】

スクリーン印刷法の説明図



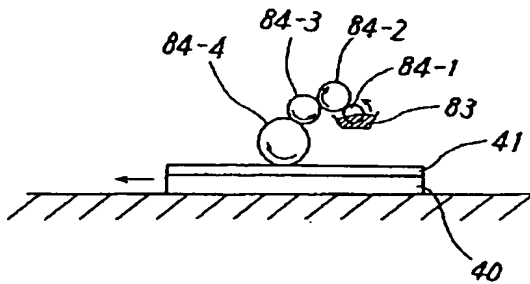
【図22】

他の厚みを均一にする方法の説明図



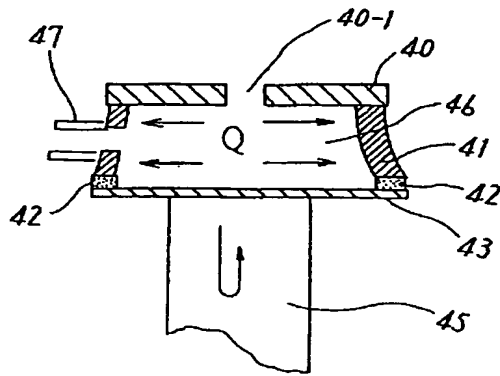
【図21】

オフセット印刷法の説明図



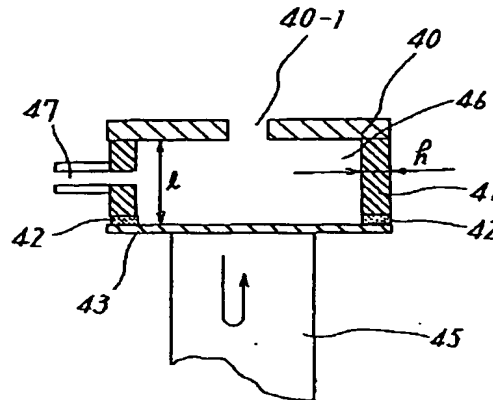
【図23】

圧力室の圧力分布説明図



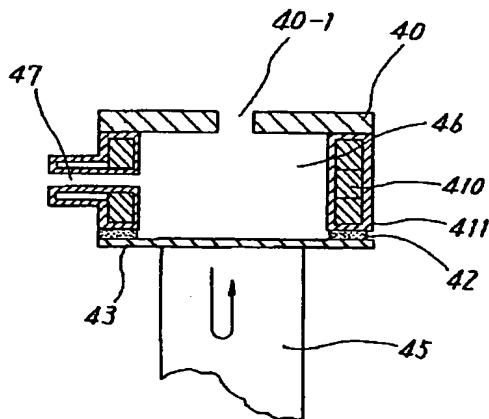
【図24】

流路プレートの説明図



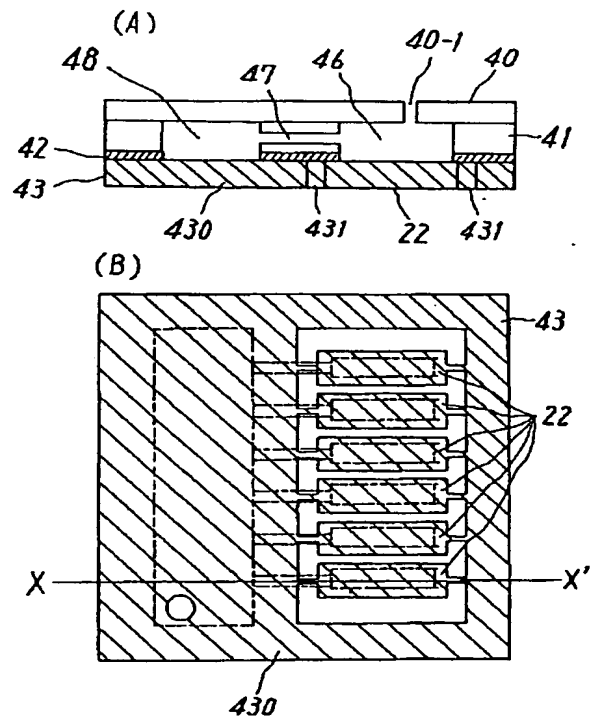
【図25】

他の流路プレートの説明図



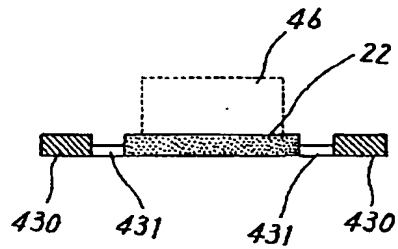
【図26】

加圧プレートの説明図



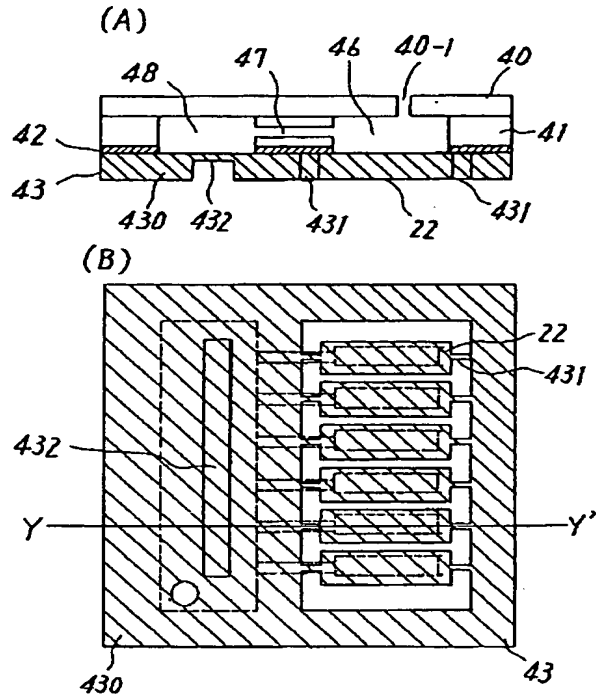
【図28】

他の加圧プレートの説明図



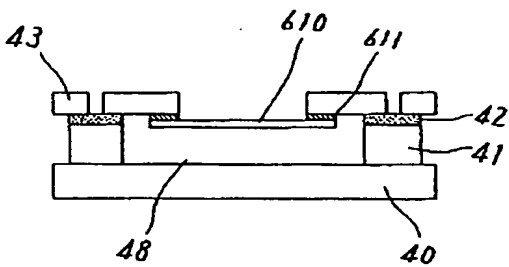
【図29】

別の加圧プレートの説明図



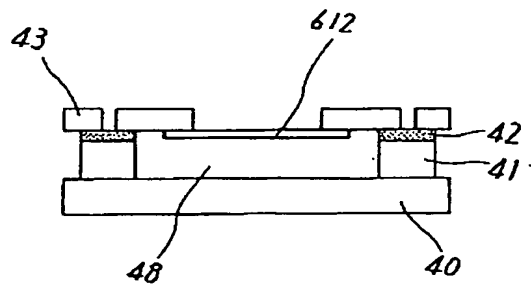
【図30】

他の圧力ダンパーの構成図



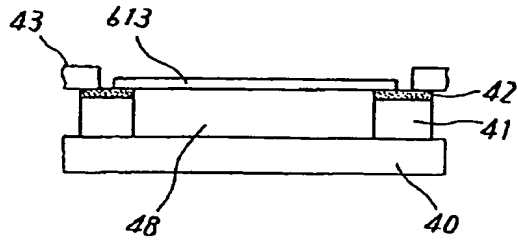
【図31】

更に他の圧力ダンパーの構成図



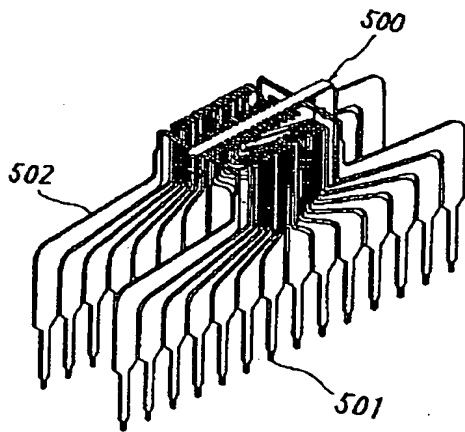
【図32】

別の圧力ダンパーの構成図



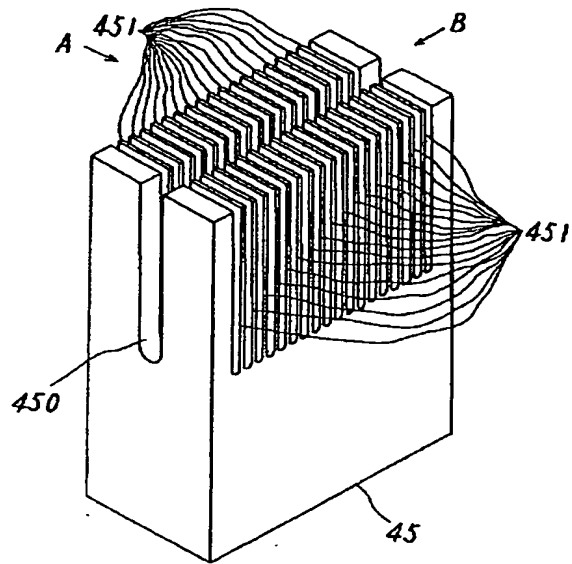
【図35】

リードフレームの斜視図



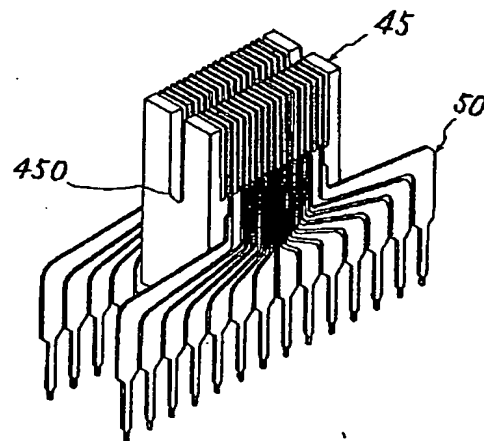
【図33】

圧電アクチュエータの斜視図



【図36】

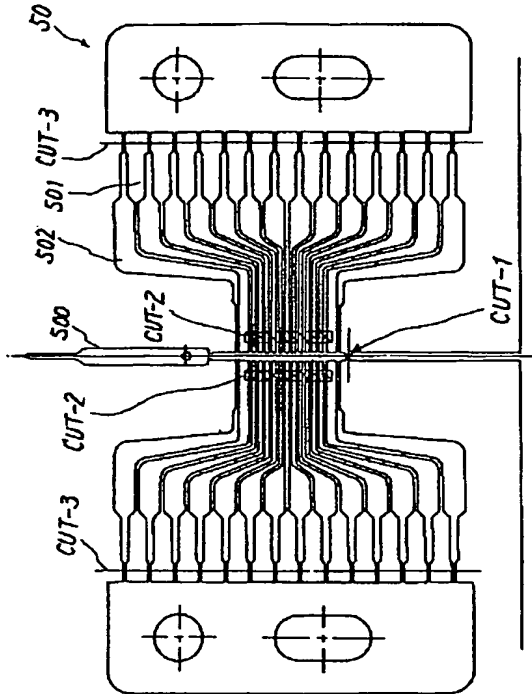
圧電アクチュエータの組み立て構成図



BEST AVAILABLE COPY

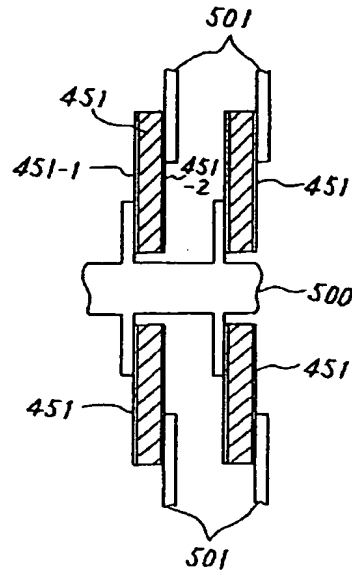
【図34】

リードフレームの平面図



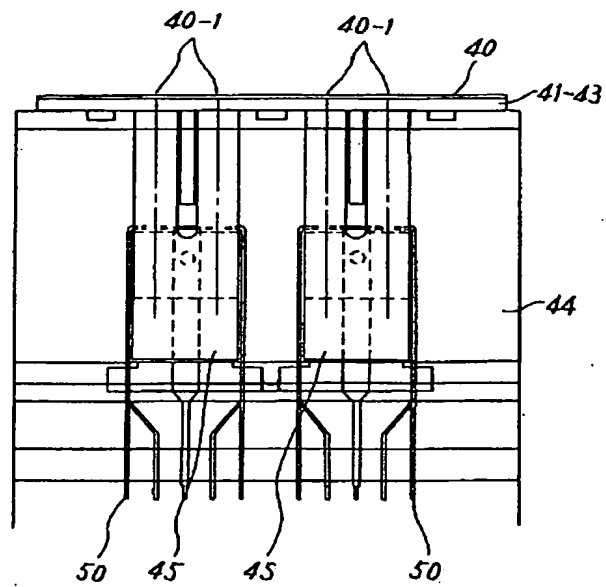
【図37】

電極構造の説明図



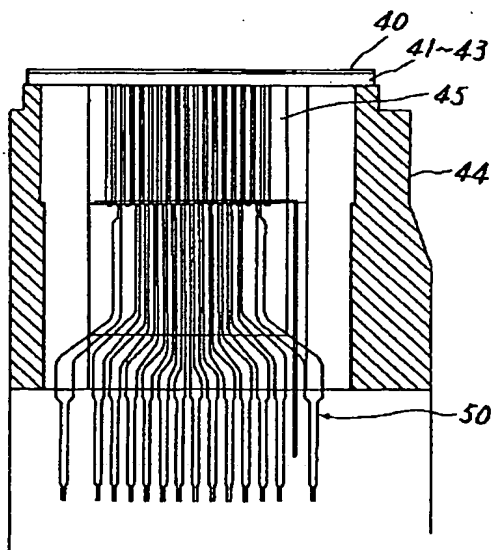
【図39】

マルチノズルヘッドの側面図



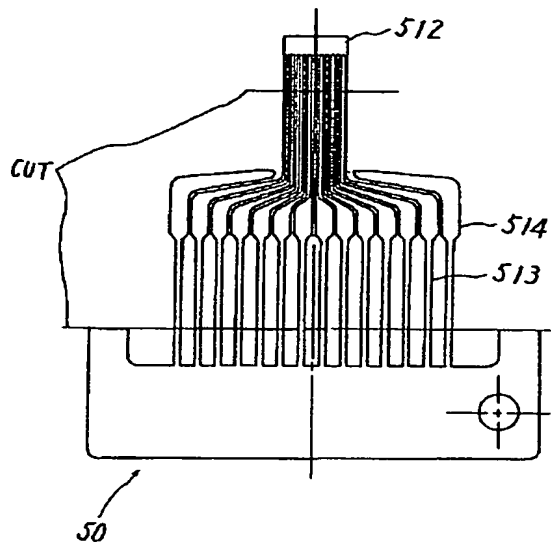
【図38】

マルチノズルヘッドの横断面図



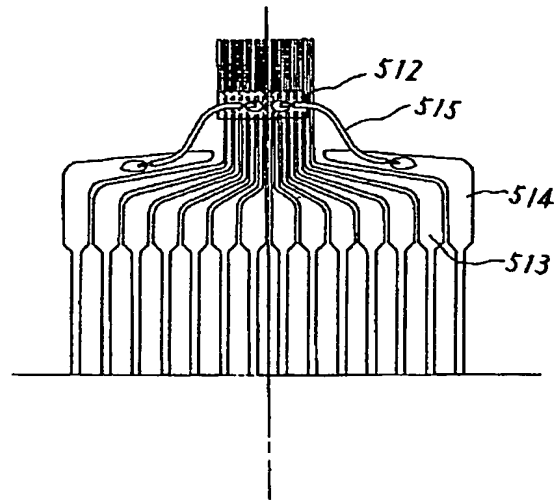
【図40】

他のリードフレームの説明図



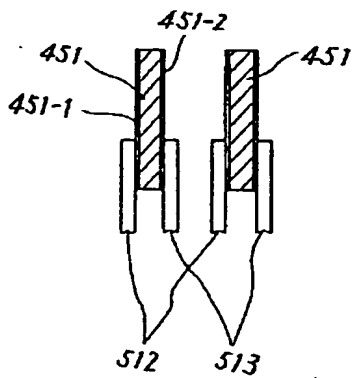
【図41】

リードフレームの接続状態説明図



【図42】

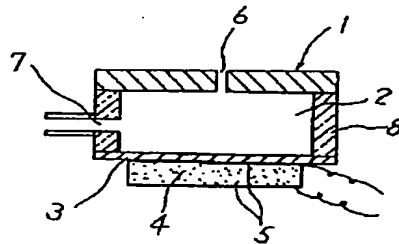
電極構造を示す説明図



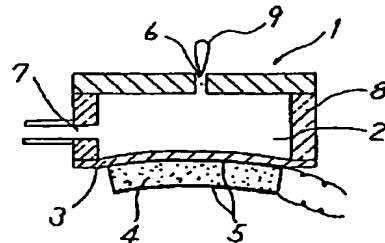
【図43】

従来技術の説明図(その1)

(A)



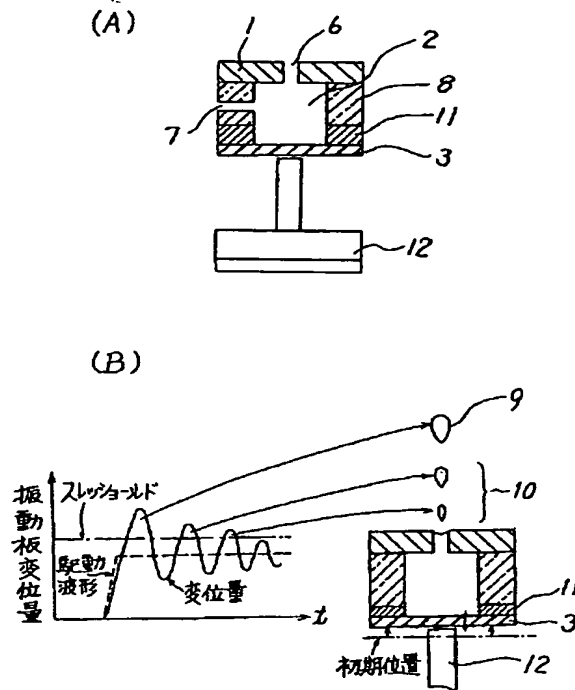
(B)



BEST AVAILABLE COPY

【図44】

従来技術の説明図(その2)



フロントページの続き

(72)発明者 朽網 道徳
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 中沢 明
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 山岸 文雄
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 柏岡 潤二
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 境 志野
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 谷口 修
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 曾根田 弘光
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 三上 知久
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 鈴木 重治
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内